

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 410**

51 Int. Cl.:

G10L 19/00 (2013.01)

G10L 25/21 (2013.01)

G10L 25/06 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2011 PCT/JP2011/006981**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.07.2012 WO12095924**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2011 E 11855814 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017 EP 2665060**

54 Título: **Aparato para codificar una señal de voz/sonido**

30 Prioridad:

14.01.2011 JP 2011006211

14.03.2011 JP 2011054919

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.07.2017

73 Titular/es:

**III HOLDINGS 12, LLC (100.0%)
2711 Centerville Road, Suite 400
Wilmington, DE 19808, US**

72 Inventor/es:

**YAMANASHI, TOMOFUMI y
MORII, TOSHIYUKI**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 627 410 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

Aparato para codificar una señal de voz/sonido

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un aparato de codificación usado para un sistema de comunicación que codifica y transmite una señal.

Técnica anterior

10 Las técnicas de codificación por compresión se usan a menudo cuando se transmite una señal de voz/sonido en un sistema de comunicación de paquetes representado por una comunicación por Internet o un sistema de comunicación móvil o similar para mejorar la eficiencia de transmisión de la señal de voz/sonido. Además de codificar simplemente la señal de voz/sonido a una tasa de bit baja, también hay una demanda creciente de una técnica para codificar a señal de voz/sonido de banda más ancha y una técnica para codificar/descodificar con una baja cantidad de cálculo de procesamiento sin causar una degradación de la calidad de sonido.

15 Se están desarrollando diversas técnicas para satisfacer tal demanda en cuanto a la reducción de la cantidad de cálculo de procesamiento sin causar una degradación en la calidad de una señal descodificada. Por ejemplo, según una técnica divulgada en bibliografía sobre patentes (en lo sucesivo en la presente memoria, abreviado como PTL 1, un aparato de codificación de tipo CELP (predicción lineal excitada por código) calcula energía de una señal de voz introducida antes de un análisis predictivo lineal. Según PTL 1, un análisis predictivo lineal se realiza solo cuando se determina que la energía calculada no sea 0, mientras que un coeficiente de predicción lineal según un patrón fijo predeterminado se emite cuando se determina que la energía calculada sea 0. Este esquema puede
20 cortar la realización de un análisis predictivo lineal que consume mucho tiempo y acortar por ello el tiempo de procesamiento y por tanto suprimir el consumo actual que acompaña a la cantidad de cálculo de procesamiento.

25 El documento WO 02/099787 A1 describe procedimientos y aparato para seleccionar rápidamente una forma de onda de excitación óptima a partir de un libro de códigos que se presentan en la presente memoria. En esquemas de codificación que utilizan la mejora del tono (pitch) hacia adelante y hacia atrás, la carga de almacenamiento y de procesador se reduce mediante la aproximación de una matriz de autocorrelación bidimensional con un vector de autocorrelación unidimensional. La aproximación es posible cuando un elemento de correlación cruzada está configurado para determinar la matriz de autocorrelación de una respuesta de impulsos y un elemento de determinación de energía de impulsos está configurado para determinar la energía de un vector de código de impulsos que incorpora posiciones de impulsos secundarias.

30 El documento WO 02/099788 A1 describe además procedimientos y aparato para seleccionar rápidamente una forma de onda de excitación óptima a partir de un libro de códigos que se presentan en la presente memoria. Para reducir el número de computaciones requeridas para seleccionar el vector de libro de códigos óptimo se selecciona un subconjunto de vectores de código basados en posiciones de impulsos óptimas (425), en el que el subconjunto de vectores de código forma un libro de código secundario. Más que buscar el libro de códigos entero, solo se
35 buscan las entradas del libro de código secundario (400).

40 El documento US 5 717 825 A especifica un procedimiento de codificación de voz de predicción lineal excitada por código algebraico que usa la técnica de codificación CELP con libros de códigos algebraicos. La búsqueda de la excitación CELP incluye un cálculo de determinados componentes de la matriz de covarianza $U=H^T \cdot H$ donde H indica una matriz de Toeplitz triangular más baja formada sobre la base de la respuesta de impulsos de un filtro compuesto hecho de filtros de síntesis y de un filtro de ponderación perceptual. Los componentes almacenados en la memoria de la matriz de covarianza son solo aquellos de la forma $U(\text{pos}_{i,p}, \text{pos}_{i,p})$ y aquellos de la forma $U(\text{pos}_{i,p}, \text{pos}_{i,q}), \text{pos}_{i,p}$ y $\text{pos}_{i,q}$ respectivamente indicando posición i y posición los impulsos p y q en los códigos de los libros de códigos algebraicos.

45 El documento US 5 924 062 A especifica un códec ACLEP con almacenamiento y búsqueda de matriz de autocorrelación modificada comprendiendo una matriz de correlación de libro de códigos una matriz de tipo Toeplitz (diagonalmente simétrica) que se calcula a partir de una subtrama de cuarenta muestras de una señal de voz, que forma una matriz de 40x40. Los coeficientes de correlación resultantes que constituyen los códigos se almacenan dentro de una memoria local de DSP después del cálculo al dividir la matriz en cinco pistas predefinidas x- y y-, teniendo cada pista un conjunto único de ocho posiciones de impulsos. Utilizando las ocho posiciones de impulsos
50 en cada pista, se crean quince sub-matrices 8x8 que incluyen todos los coeficientes de correlación en la matriz 40x40 original. Las sub-matrices se distribuyen dentro de una matriz de mapeo 5x5 que está correlacionada con una matriz de mapeo de estructuras para determinar la configuración de la matriz de autocorrelación resultante para almacenamiento y búsqueda. Las sub-matrices dentro de cada columna de matrices de mapeo correlacionadas se buscan al dirigir un puntero de multiplexación hacia esa columna particular.

Lista de citas**Literatura de patentes**

PTL 1 solicitud de patente japonesa abierta a inspección pública núm. HEI 5-63580

Sumario de Invención

Problema técnico

5 Según la PTL 1 anterior, el aparato de codificación aplica en primer lugar un preprocesamiento tal como eliminación de un componente DC y eliminación de una región de baja frecuencia hacia la señal de voz introducida (en adelante en la presente memoria, denominada "señal de entrada"). A continuación, el aparato de codificación calcula una autocorrelación de la señal de entrada sometida al preprocesamiento y calcula la energía de trama media (calcula $\phi(0, 0)$ y $\phi(10, 10)$ en la bibliografía de patentes descrita arriba) utilizando esta autocorrelación. PTL 1 entonces da a conocer una configuración para determinar si la energía de trama media anteriormente descrita es o no 0 y omitiendo el análisis predictivo lineal subsiguiente cuando la energía de trama media es 0.

10 Sin embargo, la energía de trama divulgada en PTL 1 anteriormente es solo un valor promedio y no puede decirse que la exactitud del mismo sea suficiente. Además, el cálculo de la energía de trama exacta según el procedimiento divulgado en la bibliografía de patente anterior necesita 100 operaciones de autocorrelación a partir de $\phi(0, 0)$ a $\phi(10, 10)$, requiriendo una enorme cantidad de cálculo.

15 Es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato de codificación que reduzca drásticamente la cantidad de cálculo de procesamiento (cantidad de cálculo) en una configuración de cálculo de energía de trama o energía de subtrama de una señal de entrada utilizando operaciones de autocorrelación sin causar degradación de la exactitud de energía de trama o energía de subtrama.

Solución al problema

20 Según la presente invención, los objetivos anteriores se realizan tal como se definen en las reivindicaciones independientes.

Efectos ventajosos de la invención

25 Según la presente invención, en una configuración de cálculo de energía de trama o energía de subtrama de una señal de entrada que utiliza operaciones de autocorrelación, la realización de operaciones de autocorrelación aproximada hace posible reducir drásticamente la cantidad de cálculo de procesamiento (cantidad de cálculo) sin causar deterioro de la exactitud de energía de trama o energía de subtrama.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un sistema de comunicación que tiene un aparato de codificación y un aparato de descodificación según la realización 1 de la presente invención;

30 La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración interna principal del aparato de codificación según la realización 1 mostrado en la figura 1;

La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración principal de la sección de cálculo de energía de subtrama;

La figura 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una matriz utilizada para calcular energía de subtrama E_k ;

35 La figura 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una matriz de autocorrelación;

La figura 6 es un diagrama que ilustra una matriz que es una versión simplificada de la matriz de autocorrelación en la figura 5;

La figura 7 es un diagrama de configuración conceptual de la matriz de autocorrelación en la figura 6;

La figura 8 es un diagrama que ilustra un ejemplo de la matriz de autocorrelación simplificada;

40 La figura 9 es un diagrama que ilustra un procedimiento de agrupamiento;

La figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración interna principal de la sección de codificación CELP según la realización 1 mostrada en la figura 2;

La figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración interna principal del aparato de descodificación según la realización 1 mostrada en la figura 1;

45 La figura 12 es un diagrama que ilustra otro ejemplo de la matriz de autocorrelación simplificada;

La figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de una sección de cálculo de energía de subtrama diferente a la de la figura 3;

La figura 14 es un diagrama que ilustra otro ejemplo de la matriz de autocorrelación simplificada según el ejemplo 2;

La figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra a rango objetivo de operación de autocorrelación; y

La figura 16 es un diagrama que ilustra una configuración de trama en procesamiento de división de grupos adaptativo.

5 **Descripción de realizaciones/ejemplos**

A continuación en la presente memoria, se describirá en detalle la realización 1 de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Un aparato de codificación según la presente invención y un aparato de descodificación se describirán tomando un aparato de codificación de voz y un aparato de descodificación de voz como un ejemplo. Una señal de entrada que se utilizará en adelante en la presente memoria es un término genérico para una señal obtenida mediante la conversión de una denominada señal de sonido a una eléctrica tal como señal de voz, señal de sonido o una mezcla de estas señales.

(Realización 1)

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un sistema de comunicación que incluye un aparato de codificación y un aparato de descodificación según una realización de la presente invención. En la figura 1, el sistema de comunicación se provee de un aparato de codificación 101 y aparato 103 de descodificación, que pueden comunicarse entre sí a través de una trayectoria de transmisión 102. El aparato de codificación 101 y aparato 103 de descodificación se utilizan mientras que están montados normalmente en un aparato de estación base o aparato de terminal de comunicaciones o similar. Como es el caso de PTL 1, la presente realización describirá una configuración en la que se omite el subsiguiente procesamiento de análisis predictivo lineal cuando la energía de subtrama (energía de trama) es 0. Sin embargo, la presente realización es diferente de la PTL 1 en un procedimiento de cálculo de energía de subtrama (energía de trama).

El aparato de codificación 101 divide una señal de entrada en bloques de N muestras (N es un número natural) cada una y codifica la señal de entrada en unidades de trama, constando una trama de N muestras. En este caso, se supone que la señal de entrada que va a codificarse se expresa como $x_n(n=0, \dots, N-1)$. El símbolo n representa un elemento de señal de orden (n+1) de la señal de entrada dividida en bloques de N muestras. El aparato de codificación 101 transmite información de entrada codificada (información codificada) al aparato 103 de descodificación a través de la trayectoria de transmisión 102.

El aparato 103 de descodificación recibe la información codificada transmitida desde el aparato de codificación 101 a través de la trayectoria de transmisión 102, descodifica la información codificada y obtiene una señal de salida.

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración interna de aparato de codificación 101 mostrado en la figura 1. El aparato de codificación 101 está construido principalmente a partir de la sección 201 de cálculo de energía de subtrama, la sección 202 de determinación, y sección 203 de codificación CELP. Se asume que la sección 201 de cálculo de energía de subtrama, la sección 202 de determinación y sección 203 de codificación CELP realizan procesamiento en subunidades de trama. A continuación en la presente memoria, se describirán detalles de cada proceso.

La sección 201 de cálculo de energía de subtrama recibe una señal de entrada. La sección 201 de cálculo de energía de subtrama divide primeramente la señal de entrada recibida en subtramas. A continuación en la presente memoria, se describirá una configuración en la que la señal de entrada $x_n(n=0, \dots, N-1)$ se divide en, por ejemplo, N_s subtramas (índice de subtrama $k=0$ a N_s-1).

La sección 201 de cálculo de energía de subtrama calcula energía de subtrama E_k ($k=0, \dots, N_s-1$) para cada subtrama dividida. Detalles del procedimiento de cálculo de energía de subtrama se describirán más adelante. La sección 201 de cálculo de energía de subtrama emite energía de subtrama E_k calculada a la sección 202 de determinación.

La sección 202 de determinación recibe energía de subtrama E_k ($k=0, \dots, N_s-1$) de la sección 201 de cálculo de energía de subtrama. La sección 202 de determinación determina si o la energía de subtrama E_k es 0 para cada subtrama recibida y emite el resultado de determinación a la sección 203 de codificación CELP como información de determinación l_k ($k=0, N_s-1$). La sección 202 de determinación fija el valor de información de determinación l_k en 0 ($l_k=0$) cuando la energía de subtrama E_k es 0, o fija el valor de información de determinación l_k a 1 ($l_k=1$) cuando la energía de subtrama E_k no es 0. El ejemplo de fijación anterior es solamente un ejemplo, y la presente invención puede aplicarse de manera similar a los casos donde la sección 202 de determinación fija el valor en otro valor.

A continuación, la sección 202 de determinación genera información de determinación de fijación l_k ($k=0, N_s-1$) en la sección 203 de codificación CELP.

La sección 203 de codificación CELP recibe la señal de entrada e información de determinación l_k ($k=0, N_s-1$) desde la sección 202 de determinación. La sección 203 de codificación CELP codifica la señal de entrada utilizando la

información de determinación introducida. Más adelante se describirán detalles del procesamiento de codificación en la sección 203 de codificación CELP.

A continuación se describirán la configuración interna de sección 201 de cálculo de energía de subtrama.

5 La figura 3 es un diagrama que ilustra la configuración interna de sección 201 de cálculo de energía de subtrama. La sección 201 de cálculo de energía de subtrama incluye sección 2012 de agrupamiento, y sección 2011 de operación.

Se describirá una configuración en la presente realización como un ejemplo donde la sección 2011 de operación de sección 201 de cálculo de energía de subtrama realiza colectivamente procesamiento de filtrado y cálculo de correlación en la señal de entrada.

10 Se supone que la sección 2012 de agrupamiento tiene de antemano información de orden P de un coeficiente de filtro. La sección 2012 de agrupamiento agrupa entonces elementos de una matriz de autocorrelación en una pluralidad de grupos según variables j y m y emite la información de agrupamiento a la sección 2011 de operación. El procedimiento de agrupamiento en la sección 2012 de agrupamiento se describirá más adelante.

15 La sección 2011 de operación calcula la energía de subtrama basándose en la información de agrupamiento. En ese caso, la sección 2011 de operación realiza colectivamente el procesamiento de filtrado y el procesamiento de cálculo de correlación en la señal de entrada. El procedimiento de cálculo de energía de subtrama en la sección 2011 de operación se describirá más adelante.

A continuación se describirán detalles del procedimiento de cálculo de energía de subtrama E_k en la sección 201 de cálculo de energía de subtrama.

20 La sección 201 de cálculo de energía de subtrama primeramente calcula la autocorrelación en la señal de entrada x_i dividida en subtramas ($i = inicio_k, fin_k$) y calcula energía de subtrama utilizando esto. En este caso, se supone que $inicio_k$ y fin_k indican a índice de muestras principal y a índice de muestras de cola, respectivamente, de una subtrama cuyo índice de subtrama es k.

25 Primeramente, se describirán una configuración general en la que la sección 201 de cálculo de energía de subtrama realiza simplemente el procesamiento de filtrado en una señal de entrada y calcula la autocorrelación en la señal de entrada después del filtrado. Supongamos que un coeficiente de filtro en el momento de procesamiento de filtrado es α_j ($j=0, \dots, P-1$). El orden del coeficiente de filtro en este momento es P. La ecuación 3 muestra procesamiento de filtrado en la señal de entrada x_n . Supongamos que la señal de entrada después del filtrado se expresa como A_i ($i = inicio_k, \dots, fin_k$). El procesamiento de filtrado en este caso no está limitado a tipos de filtro tales como filtro de paso bajo, filtro de paso alto y filtro de paso banda.

30 [3]

$$A_i = \sum_{j=0}^{P-1} \alpha_j x_{i-j} \quad (i = inicio_k, \dots, fin_k \quad k = 0, \dots, N_S - 1)$$

..... (ecuación 3)

A continuación, la sección 201 de cálculo de energía de subtrama calcula la autocorrelación de orden P $\phi(j, m)$ en la señal de entrada A_i después del filtrado obtenido desde ecuación 3. En este caso, la sección 201 de cálculo de energía de subtrama obtiene energía de subtrama E_k de señal de entrada A_i sometida a procesamiento de filtrado utilizando una covarianza según la ecuación 4 abajo.

35 [4]

$$\begin{aligned} E_k &= \sum_i A_i^2 = \sum_i \left\{ \sum_{j=0}^{P-1} \alpha_j x_{i-j} \right\}^2 \quad (i = inicio_k, \dots, fin_k \quad k = 0, \dots, N_S - 1) \\ &= \sum_i \left(\sum_{j=0}^{P-1} \alpha_j x_{i-j} \right) \left(\sum_{m=0}^{P-1} \alpha_m x_{i-m} \right) \\ &= \sum_{j=0}^{P-1} \sum_{m=0}^{P-1} \alpha_j \alpha_m \sum_i x_{i-j} x_{i-m} \end{aligned}$$

(Ecuación 4)

La energía de subbanda exacta puede calcularse según la ecuación 4 anterior. Sin embargo, en la simple

configuración tal como se describe anteriormente, necesitan calcularse las autocorrelaciones respectivas según los valores de j y m, que da como resultando un problema en el que la cantidad de cálculo se vuelve enorme.

Por tanto la sección 201 de cálculo de energía de subtrama de la presente invención simplifica la operación en la ecuación 4 anterior sin causar deterioro de la exactitud, y reduce de este modo drásticamente la cantidad de cálculo.

5 La presente invención no realiza actualmente el procesamiento de filtrado en la señal de entrada, pero realiza el procesamiento sustancialmente equivalente al procesamiento de cálculo de energía de trama (energía de subtrama) de la señal de entrada sometida a procesamiento de filtrado, es decir procesamiento de cálculo aproximado. Por esta razón, supongamos que se utilizan los coeficientes de procesamiento de filtrado. Es decir, según la presente invención, el procesamiento de filtrado en sí mismo en la configuración simple anterior está incluida también en el
10 procedimiento de cálculo de energía de trama (energía de subtrama) que se describirá más adelante. Como en el caso del procesamiento de filtrado en la configuración simple anterior, sin limitarse a los tipos de filtro tales como filtro de paso bajo, filtro de paso alto, y filtro de paso banda, la presente invención puede aplicarse igualmente a varios tipos de procesamiento de filtrado. El procedimiento de cálculo de energía de subtrama en la sección 201 de cálculo de energía de subtrama de la presente invención se describirá en detalle a continuación.

15 La ecuación 4 anterior puede modificarse como la ecuación 5 abajo. Cuando la ecuación 5 está dividida según los valores respectivos de i, j y m, la ecuación 5 puede expresarse como la suma de elementos de una matriz en la figura 4 (elementos de matriz).

[5]

$$\begin{aligned}
 E_k &= \sum_i A_i^2 = \sum_{j=0}^{P-1} \sum_{m=0}^{P-1} \alpha_j \alpha_m \sum_i x_{i-j} x_{i-m} \quad (i = \text{inicio}_k, \dots, \text{fin}_k \quad k = 0, \dots, N_S - 1) \\
 &= \alpha_0 \alpha_0 \sum_i x_i x_i + \alpha_0 \alpha_1 \sum_i x_i x_{i-1} + \dots + \alpha_0 \alpha_{P-1} \sum_i x_i x_{i-(P-1)} \\
 &\quad + \alpha_1 \alpha_0 \sum_i x_{i-1} x_i + \alpha_1 \alpha_1 \sum_i x_{i-1} x_{i-1} + \dots + \alpha_1 \alpha_{P-1} \sum_i x_{i-1} x_{i-(P-1)} \\
 &\quad \vdots \\
 &\quad + \alpha_{P-1} \alpha_0 \sum_i x_{i-(P-1)} x_i + \alpha_{P-1} \alpha_1 \sum_i x_{i-(P-1)} x_{i-1} + \dots + \alpha_{P-1} \alpha_{P-1} \sum_i x_{i-(P-1)} x_{i-(P-1)}
 \end{aligned}$$

20 ... (Ecuación 5)

En este caso, en la ecuación 5, la parte de coeficiente de filtro $\alpha_j \alpha_m$ de cada término es independiente de i y $\alpha_j \alpha_m$ es un coeficiente de filtro predeterminado, y por tanto $\alpha_j \alpha_m$ no necesita calcularse para cada proceso de trama. Por tanto, la parte que necesita calcularse para cada proceso de trama es la parte de $\sum_i x_{i-j} x_{i-m}$ de cada término en la ecuación 5 y esta parte necesita calcularse para cada de i, j y m. En este caso, la expresión de cálculo de la parte de $\sum_i x_{i-j} x_{i-m}$ solo puede expresarse como la suma de una matriz en la figura 5 (en adelante en la presente memoria, denominada "matriz de autocorrelación"). La matriz de autocorrelación en la figura 5 tiene un formato en la que
25 coeficiente de filtro $\alpha_j \alpha_m$ se omite desde la matriz en la figura 4.

En la matriz de autocorrelación en la figura 5, el valor de la autocorrelación permanece el mismo incluso si los valores de j y m se conmutan, y por tanto los valores de los elementos respectivos puede expresarse como ecuación
30 6 abajo según la combinación de valores de j y m. En este caso, la utilización de ecuación 6, la matriz de autocorrelación en la figura 5 puede simplificarse adicionalmente tal como se muestra en la figura 6.

[6]

$$V(j, m) = V(m, j) = \sum_i x_{i-j} x_{i-m} \quad (i = \text{inicio}_k, \dots, \text{fin}_k \quad k = 0, \dots, N_S - 1)$$

(Ecuación 6)

35 Además, la figura 7 es un diagrama de configuración conceptual de la matriz de autocorrelación en la figura 6. Se supone que cada región en la figura 7 indica cada elemento (elemento de matrix) $(V(j, m))$ en la figura 6. Además, dado que las regiones rodeadas por una línea discontinua en el área superior derecha de la matriz se corresponden con las regiones en el área inferior izquierda (área sombreada) de la matriz respectivamente, el cálculo de la autocorrelación puede omitirse realmente. La figura 7 solo muestra el concepto de la configuración de la matriz de autocorrelación, un ejemplo de caso donde orden P del coeficiente de filtro es 10, y el número de regiones
40

(elementos de matriz), es decir el orden del coeficiente de filtro no está limitado a esto.

5 Cuando se calcula la energía de subtrama exacta según la ecuación 5, necesita calcularse la matriz entera de autocorrelación en la figura 6 (o la figura 7), que requerirá una cantidad de cálculo enorme. Por tanto, la sección 201 de cálculo de energía de subtrama de la presente invención simplifica la matriz de autocorrelación tal como se muestra en la figura 8 (en adelante en la presente memoria, denominada "matriz de autocorrelación simplificada"). Para ser más específica, la sección 2012 de agrupamiento de sección 201 de cálculo de energía de subtrama agrupa los elementos de la matriz de autocorrelación en una pluralidad de grupos según variables j y m . En este caso, la matriz de autocorrelación simplificada en la figura 8 es una versión simplificada del diagrama de configuración conceptual de la matriz de autocorrelación mostrada en la figura 7.

10 La figura 8 es un ejemplo donde la sección 2012 de agrupamiento agrupa los elementos respectivos de la matriz de autocorrelación según variables j y m . En el ejemplo en la figura 8, para una mayor diferencia entre variables j y m , la sección 2012 de agrupamiento fija una región de grupo mayor (en adelante en la presente memoria, denominada "región de grupo"). La figura 9 es un diagrama que muestra la correspondencia entre la diferencia entre variables j y m , y cada grupo. En la figura 9, el número 0 a 9 mostrado en cada región indica la diferencia entre variables j y m .
15 En el ejemplo mostrado en la figura 9, los elementos respectivos cuya diferencia entre variables j y m es 0 o 1 están agrupadas en grupos G1 a G4, estando compuesto cada grupo de 5 elementos. Además, los elementos respectivos cuya diferencia entre variables j y m es 2 o 3 están agrupados en grupos G5 a G7, estando compuesto cada grupo de 5 elementos. Además, los elementos respectivos cuya diferencia entre variables j y m es 4 o 5 están agrupados en grupos G8 y G9, estando compuesto cada grupo de 6 elementos. Además, 10 elementos cuya diferencia entre variables j y m es 6, 7, 8 o 9 están agrupados en grupo G10. Es decir, en el ejemplo en la figura 8, elementos que tienen una mayor diferencia en valores entre variables j y m están agrupados en una configuración en la que los valores de autocorrelación están más simplificados (aproximados).

25 Es decir, tal como está claro por la figura 8 y la figura 9, la matriz de autocorrelación simplificada está creada basándose en una idea de que cuanto mayor es la diferencia entre variables j y m , más gruesa (más simplificada) es la resolución de cada valor de la matriz de autocorrelación que está fijada.

La sección 2012 de agrupamiento emite información de agrupamiento a la sección 2011 de operación.

30 La sección 2011 de operación calcula entonces los valores de autocorrelación asumiendo que todos los elementos que pertenecen al mismo grupo tienen el mismo valor de autocorrelación. En este momento la sección 2011 de operación fija, como el valor de autocorrelación en el mismo grupo, , por ejemplo, un valor de autocorrelación de un elemento que tiene la mínima suma de j y m en el grupo.

La sección 2011 de operación de la sección 201 de cálculo de energía de subtrama calcula la autocorrelación correspondiente a cada símbolo según la ecuación 6 basándose en la matriz de autocorrelación simplificada en la figura 8 y calcula la energía de subtrama según ecuación 5 utilizando el valor calculado.

35 Cuando los casos en la figura 7 y la figura 8 se toman como un ejemplo de explicación, la autocorrelación necesita calcularse 55 veces (55 regiones en la figura 7) bajo circunstancias normales. Por otro lado, en la presente invención, la sección 2012 de agrupamiento de la sección 201 de cálculo de energía de subtrama agrupa los elementos respectivos de la matriz de autocorrelación en una pluralidad de grupos. En el ejemplo mostrado en la figura 8, los elementos respectivos de la matriz de autocorrelación están agrupados en 10 grupos G1 a G10. La sección 201 de cálculo de energía de subtrama fija, por ejemplo, un valor de autocorrelación de un elemento que tiene la mínima suma de j y m en cada grupo como un valor de autocorrelación de todos los elementos incluido en el grupo. Cuando los elementos respectivos están agrupados en 10 grupos tal como se muestra en la figura 8 mediante la aproximación de los valores de autocorrelación de esta manera la presente invención necesita solo 10 cálculos de autocorrelación, y puede reducir de este modo drásticamente la cantidad de cálculo.

45 Es decir, la presente invención aproxima (sustituye) la suma ($\sum_{i-j} x_{i-m}$) de operaciones de autocorrelación dentro de un determinado rango (i, j) de una señal de entrada que debe calcularse cuando se calcula la energía de trama exacta (energía de subtrama) con la suma ($\sum_{i-j} x_{i-m}$) de operaciones de autocorrelación dentro de otro rango (i', j'). Por ejemplo, en el ejemplo de la figura 8, la suma ($\sum_{i-9} x_{i-6}$) de operaciones de autocorrelación de $(j, m)=(9, 6)$ se sustituye con la suma ($\sum_{i-6} x_{i-0}$) de operaciones de autocorrelación de $(j', m')=(6, 0)$ cuyos j y m tienen valores mínimos entre los elementos incluidos en grupo G10 que contiene $(j, m)=(9, 6)$.

50 Además, mediante el control de la frecuencia de aproximación (sustitución) según un tiempo de retardo (diferencia de tiempo entre señales cuya correlación se calcula) durante la operación de autocorrelación, es posible suprimir el deterioro de la exactitud del cálculo de energía de trama (energía de subtrama). Para ser más específicos, a medida que el tiempo de retardo durante operación de autocorrelación incrementa, es decir a medida que la diferencia entre variables j y m en la ecuación 5 incrementa, la frecuencia de aproximación se incrementa, y de este modo es posible
55 suprimir el deterioro de la exactitud en cálculo de energía. Es decir, cuanto mayor es el tiempo de retardo durante operación de autocorrelación, es decir cuanto mayor es la diferencia entre variables j y m en la ecuación 5, más grande se fija la región de grupo mediante la sección 2012 de agrupamiento. En otras palabras, la sección 2012 de agrupamiento realiza el control para incrementar la frecuencia de sustitución con la suma de operaciones de

5 autocorrelación en el segundo rango idéntico al tiempo de retardo (diferencia entre variables j y m) durante el incremento de la operación de autocorrelación. Por tanto, cuando el tiempo de retardo (diferencia entre variables j y m) durante la operación de autocorrelación es amplio, la frecuencia con la que la suma ($\sum x_{i-j}x_{i-m}$) de operaciones de autocorrelación dentro de un determinado rango (i, j) de una señal de entrada se aproxima con la suma ($\sum x_{i-j}x_{i-m'}$) de operación de autocorrelación dentro de otro rango (i', j') se incrementa, y de este modo es posible reducir la cantidad de cálculo de autocorrelación.

10 La figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración interna principal de sección 203 de codificación CELP. La sección 203 de codificación CELP incluye sección 301 de preprocesamiento, la sección 302 de análisis LPC (coeficientes de predicción lineal), la sección 302 de cuantificación LPC, filtro 304 de síntesis, la sección 305 de adición, libro de códigos 306 de excitación adaptativa, la sección 307 de ganancia de cuantificación, libro de códigos 308 de excitación fija, secciones 309 y 310 de multiplicación, la sección 311 de adición, la sección 312 de ponderación perceptual, la sección 313 de determinación de parámetros, y sección 314 de multiplexación.

La información de determinación información emitida desde la sección 202 de determinación se introduce en la sección 301 de preprocesamiento.

15 En la figura 10, cuando la información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) es 1, la sección 301 de preprocesamiento realiza, en la señal de entrada, procesamiento de filtro de paso alto de eliminación de un componente DC, y procesamiento de conformación de forma de onda o procesamiento de énfasis previo para mejorar el rendimiento de procesamiento de codificación subsiguiente. La sección 301 de preprocesamiento emite entonces la señal X_{in} obtenida mediante la aplicación de estos procesos a la sección 302 de análisis LPC y sección 305 de adición.
 20 Cuando la información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) es 0, es decir cuando la energía de subtrama de la señal de entrada es 0, la sección 301 de preprocesamiento no realiza el preprocesamiento y no emite nada al bloque de procesamiento subsiguiente. Es decir, cuando la información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) es 0, la sección 203 de codificación CELP no realiza procesamiento de codificación CELP. Por tanto, el procesamiento en las secciones diferentes de la sección 301 de preprocesamiento y la sección 314 de multiplexación en el caso donde información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) es 1 se describirá en adelante en la presente memoria.

25 La sección 302 de análisis LPC realiza un análisis predictivo lineal utilizando la señal X_{in} introducida desde la sección 301 de preprocesamiento y emite el resultado de análisis (coeficiente de predicción lineal) a la sección 303 de cuantificación LPC.

30 La sección 303 de cuantificación LPC realiza procesamiento de cuantificación en el coeficiente de predicción lineal (LPC) introducido desde la sección 302 de análisis LPC, emite el LPC cuantificado al filtro 304 de síntesis y emite un código (L) que representa el LPC cuantificado a la sección 314 de multiplexación.

35 El filtro 304 de síntesis realiza una síntesis de filtrado en la excitación introducida desde la sección 311 de adición que se describirá más adelante utilizando un coeficiente de filtro basándose en el LPC cuantificado introducido desde la sección 303 de cuantificación LPC, genera una señal sintetizada y emite la señal sintetizada a la sección 305 de adición.

La sección 305 de adición invierte la polaridad de la señal sintetizada introducida desde el filtro 304 de síntesis, suma la señal sintetizada con la polaridad invertida a la señal X_{in} introducida desde la sección 301 de preprocesamiento, calcula de este modo una señal de error y emite la señal de error a la sección 312 de ponderación perceptual.

40 El libro de códigos 306 de excitación adaptativa almacena la excitación emitida en el pasado desde la sección 311 de adición en una memoria intermedia, extrae muestras correspondientes a una trama desde la excitación pasada especificada por la señal introducida desde la sección 313 de determinación de parámetros que se describirá más adelante, as un vector de excitación adaptativa, y emite las muestras a la sección 309 de multiplicación.

45 La sección 307 de generación de ganancia de cuantificación emite una ganancia de excitación adaptativa de cuantificación y una ganancia de excitación fija de cuantificación especificada por la señal introducida desde la sección 313 de determinación de parámetros a la sección 309 de multiplicación y sección 310 de multiplicación respectivamente.

50 El libro de códigos 308 de excitación fija emite un vector de excitación de impulsos que tiene una forma especificada por una señal introducida desde la sección 313 de determinación de parámetros a la sección 310 de multiplicación como un vector de excitación fija. Un vector obtenido mediante la multiplicación del vector de excitación de impulsos por un vector de extensión puede emitirse también a la sección 310 de multiplicación como el vector de excitación fija.

55 La sección 309 de multiplicación multiplica el vector de excitación adaptativa introducido desde el libro de códigos 306 de excitación adaptativa por la ganancia de excitación adaptativa de cuantificación introducida desde la sección 307 de ganancia de cuantificación y emite el resultado de multiplicación a la sección 311 de adición. Además la sección 310 de multiplicación multiplica el vector de excitación fija introducido desde el libro de códigos 308 de excitación fija por la ganancia de excitación fija de cuantificación introducida desde la sección 307 de ganancia de

cuantificación y emite el resultado de multiplicación a la sección 311 de adición.

5 La sección 311 de adición realiza la adición del vector en el vector de excitación adaptativa multiplicado por la ganancia introducida desde la sección 309 de multiplicación y el vector de excitación fija multiplicado por la ganancia introducida desde la sección 310 de multiplicación y emite la excitación, que es el resultado de adición, al filtro 304 de síntesis y libro de códigos 306 de excitación adaptativa. La excitación emitida al libro de códigos 306 de excitación adaptativa se almacena en la memoria intermedia de libro de códigos 306 de excitación adaptativa.

La sección 312 de ponderación perceptual realiza la ponderación perceptual en la señal de error introducida desde la sección 305 de adición y emite la señal de error a la sección 313 de determinación de parámetros como distorsión de codificación.

10 La sección de determinación 313 de parámetros selecciona un vector de excitación adaptativa, vector de excitación fija y ganancia de cuantificación que minimiza la distorsión de codificación introducida desde la sección 312 de ponderación perceptual desde el libro de códigos 306 de excitación adaptativa, libro de códigos 308 de excitación fija y sección 307 de ganancia de cuantificación respectivamente, y emite un código (A) de vector de excitación adaptativa, código (F) de vector de excitación fija y código (G) de ganancia de cuantificación que muestra los resultados de selección a la sección 314 de multiplexación.

15 La información de determinación se introduce en la sección 314 de multiplexación desde la sección 202 de determinación. Cuando la información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) es 1, la sección 314 de multiplexación multiplexa el código (L) que indica el LPC cuantificado introducido desde la sección 302 de cuantificación LPC, el código (A) de vector de excitación adaptativa introducida desde la sección 313 de determinación de parámetros, código (F) de vector de excitación fija el código (G) de ganancia de cuantificación y la información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) y emite el código multiplexado a la trayectoria de transmisión 102 como información codificada. Cuando la información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) es 0, la sección 314 de multiplexación emite solo la información de determinación a la trayectoria de transmisión 102 como información codificada.

El procesamiento en la sección 203 de codificación CELP se ha descrito hasta aquí.

25 El procesamiento en el aparato de codificación 101 se ha descrito hasta aquí.

A continuación se describirá una configuración interna de aparato 103 de descodificación mostrado en la figura 1 con referencia a la figura 11. En este caso, se describirá un caso en el que la sección 103 de descodificación realiza descodificación de voz de tipo CELP.

30 La figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración interna principal de aparato 103 de descodificación. El aparato 103 de descodificación incluye sección 401 de desmultiplexación, la sección 402 de descodificación LPC, libro de códigos 403 de excitación adaptativa, la sección 404 de generación de ganancia de cuantificación, libro de códigos 405 de excitación fija, secciones 406 y 407 de multiplicación, la sección 408 de adición, filtro 409 de síntesis, y sección 410 de procesamiento posterior.

35 En la figura 11, la sección 401 de desmultiplexación desmultiplexa la información codificada introducida desde el aparato de codificación 101 en códigos individuales (L), (A), (G), (F), e información de determinación. El código (L) LPC desmultiplexado se emite a la sección 402 de descodificación LPC. Además, el código desmultiplexado (A) de vector de excitación adaptativa se emite al libro de códigos 403 de excitación adaptativa. Además, el código desmultiplexado (G) de ganancia de cuantificación se emite a la sección 404 de generación de ganancia de cuantificación. Además, el código desmultiplexado (F) de vector de excitación fija se emite al libro de códigos 405 de excitación fija. Además, la información de determinación desmultiplexada se emite a la sección 410 de procesamiento posterior. Cuando la información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) es 0, los códigos individuales diferentes a la información de determinación no están incluidos en la información codificada, y por tanto se supone que los componentes diferentes a la sección 410 de procesamiento posterior no realizarán procesamiento en este caso. Por tanto, el procesamiento mediante los componentes diferentes a la sección 410 de procesamiento posterior se describirán en adelante en la presente memoria cuando la información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) es 1.

La sección 402 de descodificación LPC descodifica el LPC cuantificado desde el código (L) introducido desde la sección 401 de desmultiplexación y emite el LPC cuantificado descodificado al filtro 409 de síntesis.

50 El libro de códigos 403 de excitación adaptativa extrae muestras correspondientes a una trama desde la excitación pasada especificada por el código (A) de vector de excitación adaptativa introducida desde la sección 401 de desmultiplexación como vectores de excitación adaptativa y emite las muestras a la sección 406 de multiplicación.

55 La sección 404 de generación de ganancia de cuantificación descodifica la ganancia de excitación adaptativa de cuantificación y la ganancia de excitación fija de cuantificación especificada por el código (G) de ganancia de cuantificación introducida desde la sección 401 de desmultiplexación, emite la ganancia de excitación adaptativa de cuantificación a la sección 406 de multiplicación y emite la ganancia de excitación fija de cuantificación a la sección 407 de multiplicación.

El libro de códigos 405 de excitación fija genera un vector de excitación fija especificada por el código (F) de vector de excitación fija introducido desde la sección 401 de desmultiplexación y emite el vector de excitación fija a la sección 407 de multiplicación.

5 La sección 406 de multiplicación multiplica el vector de excitación adaptativa introducido desde el libro de códigos 403 de excitación adaptativa por la ganancia de excitación adaptativa de cuantificación introducida desde la sección 404 de generación de ganancia de cuantificación y emite el resultado de multiplicación a la sección 408 de adición. Por otro lado, la sección 407 de multiplicación multiplica el vector de excitación fija introducido desde el libro de códigos 405 de excitación fija por la ganancia de excitación fija de cuantificación introducida desde la sección 404 de generación de ganancia de cuantificación y emite el resultado de multiplicación a la sección 408 de adición.

10 La sección 408 de adición suma el vector de excitación adaptativa multiplicado por la ganancia introducida desde la sección 406 de multiplicación y el vector de excitación fija multiplicado por la ganancia introducida desde la sección 407 de multiplicación, genera excitación y emite la excitación al filtro 409 de síntesis y libro de códigos 403 de excitación adaptativa.

15 El filtro 409 de síntesis realiza una síntesis de filtrado de la excitación introducida desde la sección 408 de adición utilizando el coeficiente de filtro descodificado por la sección 402 de descodificación LPC y emite la señal sintetizada a la sección 410 de procesamiento posterior.

20 La sección 410 de procesamiento posterior recibe información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$). Cuando la información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) es 1, la sección 410 de procesamiento posterior aplica el procesamiento de mejorar la calidad subjetiva de voz tal como énfasis de formantes o énfasis de tono (*pitch*), y/o procesamiento de mejorar la calidad subjetiva de ruido estático o similar a la señal introducida desde el filtro 409 de síntesis y emite la señal procesada como una señal de salida. Además, en este momento, un aparato de almacenamiento previsto en la sección 410 de procesamiento posterior provoca que se almacene una señal de salida de la trama actual. Cuando la información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) es 0, la sección 410 de procesamiento posterior multiplica la señal de salida en la trama pasada almacenada en el aparato de almacenamiento en la sección 410 de procesamiento posterior por un coeficiente predeterminado ($0 < \beta < 1,0$) y emite la señal multiplicada como una señal de salida. Además, el aparato de almacenamiento provoca que se almacene la señal de salida en este momento. Cuando la información de determinación l_k ($k=0, \dots, N_s-1$) es 0, puede adoptarse un procedimiento en el que la emisión cero (señal de voz inactiva) se emite sin realizar el procesamiento anteriormente descrito.

30 Hasta aquí se ha descrito el procesamiento en el aparato 103 de descodificación mostrado en la figura 1.

Hasta aquí se ha descrito la realización 1 de la presente invención.

35 Por tanto, según la presente realización, en la configuración de cálculo de energía de trama o energía de subtrama de una señal de entrada que utiliza operaciones de autocorrelación, que realiza operaciones de autocorrelación aproximada hace posible reducir drásticamente la cantidad de cálculo de procesamiento (cantidad de cálculo) sin causar deterioro de la exactitud de energía de trama o energía de subtrama.

40 Para ser más específicos, la sección 2012 de agrupamiento agrupa elementos respectivos de una matriz de autocorrelación en una pluralidad de grupos según un tiempo de retardo (es decir diferencia entre j y m) durante operación de autocorrelación. Por ejemplo, cuanto mayor es el tiempo de retardo (es decir diferencia entre j y m) durante la operación de autocorrelación, más elementos de la matriz de autocorrelación se agrupan en el mismo grupo mediante la sección 2012 de agrupamiento. Cuando el procesamiento de filtrado se realiza en la señal de entrada x_i ($i=\text{inicio}_k, \dots, \text{fin}_k$), la sección 2011 de operación fija la señal de entrada después del filtrado como A_i (véase ecuación 3) y fija la suma ($\sum_{i-j} x_{i-m}$) de operaciones de autocorrelación en un primer rango (j, m) de esta señal de entrada A_i como la suma ($\sum_{i-j} x_{i-m}$) de operaciones de autocorrelación en un segundo rango (j', m') en el mismo grupo que el primer rango. Por tanto, a medida que el tiempo de retardo (diferencia entre j y m (diferencia de tiempo)) durante la operación de autocorrelación en el primer rango (j, m) se incrementa, la sección 2012 de agrupamiento incrementa la frecuencia de sustitución con la suma de operaciones de autocorrelación en el mismo segundo rango (j', m'). Es decir, a medida que la diferencia entre j y m en la ecuación 5 se incrementa, la sección 2012 de agrupamiento incrementa el número de combinaciones de j y m a sustituir mediante las operaciones de autocorrelación en j' y m' . Por tanto, en lugar de utilizar simplemente un valor promedio, es posible aproximar las operaciones de autocorrelación en el primer rango, y reducir de este modo la cantidad de cálculo sin causar deterioro de la exactitud de cálculo.

55 Como un ejemplo de aproximación de operaciones de autocorrelación, se ha descrito un caso en la presente realización tal como se muestra en la figura 8 donde, cuanto mayor es la diferencia entre variables j y m en operaciones de autocorrelación que utilizan variables j y m , más simplificada se adopta la (aproximada) configuración (procedimiento de agrupamiento).

En la figura 8, aunque los valores de operación de autocorrelación correspondientes a regiones que tienen valores j (o m) diferentes se fijan para que sean iguales, un procedimiento que no entra bajo la definición de la invención también es efectivo por lo cual la sección 2012 de agrupamiento de sección 201 de cálculo de energía de subtrama

agrupa regiones en el que las diferencias entre j y m son iguales como una matriz de Toeplitz. La figura 12 muestra este ejemplo de configuración. En la figura 12, el grupo G1 es un grupo en el que la diferencia entre j y m se corresponden con 0. Asimismo, los grupos G2 a 10 son grupos donde la diferencia entre j y m se corresponden con 1 a 9, respectivamente.

5 Además, una configuración en la que una región agrupada se determina según la posición de una muestra que tiene gran amplitud en una señal de entrada puede tomarse también como un ejemplo. La figura 13 muestra un ejemplo de sección 201a de cálculo de energía de subtrama en este caso. La diferencia de la sección 201 de cálculo de energía de subtrama en la figura 3 reside en que la sección 2012a de agrupamiento que recibe una señal de entrada está dispuesta en lugar de la sección 2012 de agrupamiento. En esta configuración, por ejemplo, la sección 2012a de agrupamiento de sección 201a de cálculo de energía de subtrama busca subtramas de la señal de entrada para ver si hay o no una muestra cuya amplitud es igual a o mayor que un umbral. Puede haber una configuración en la que cuando hay una muestra que tiene la amplitud igual a o mayor que el umbral, la sección 2012a de agrupamiento fija un límite de agrupamiento entre cuando la operación de autocorrelación incluye la muestra correspondiente y cuando no. Para ser más específicos, la sección 2012a de agrupamiento agrupa un rango (elementos de matriz) que incluye una muestra donde la amplitud de la señal de entrada sea igual a o mayor que un umbral en el mismo grupo (grupo 1) para distinguirlo de un grupo de rango que no incluye ninguna muestra que tenga la amplitud igual a o mayor que el umbral. Es decir, el rango que no incluye la muestra que tiene la amplitud igual a o mayor que el umbral se agrupa en otro grupo (grupo 2). La sección 2011 de operación sustituye entonces la suma de operaciones de autocorrelación en el primer rango (i, j) que pertenece al grupo 1 con operaciones de autocorrelación en el segundo rango (i', j') que pertenece al grupo 1. Además, la sección 2011 de operación sustituye la suma de operaciones de autocorrelación en un tercer rango (i, j) que pertenece al grupo 2 con operaciones de autocorrelación en un cuarto rango (i', j') que pertenece al grupo 2. Por tanto, es posible evitar que las operaciones de autocorrelación en el rango que incluye la muestra, donde la amplitud de la señal de entrada sea igual a o mayor que el umbral, se sustituyan por operaciones de autocorrelación que tengan valores completamente diferentes, y suprimir de este modo el deterioro de la exactitud de cálculo provocado por la sustitución.

El procedimiento de agrupamiento anteriormente descrito puede combinarse también con el procedimiento de agrupamiento descrito en el presente ejemplo.

30 Se ha descrito una configuración en la que el valor (valor típico) de autocorrelación correspondiente a cada región agrupada de una matriz simplificada está fijada a un valor de una región que tiene la suma mínima de j y m , pero puede aplicarse igualmente a una configuración en la que un valor diferente al descrito anteriormente está fijado como el valor de autocorrelación de la región agrupada. Por ejemplo, un valor de una región central en cada región agrupada (por ejemplo, región en la que exista el centro de gravedad de una región agrupada) pueda fijarse como un valor típico.

35 Además del procedimiento de determinación de valor típico anteriormente, puede adoptarse también un procedimiento por el cual un valor típico se fija de manera eficiente en una parte de ataque (parte transitoria) o similar. En este caso, la parte de ataque (parte transitoria) se refiere a, por ejemplo, una parte donde el nivel de señal de una señal de voz se incrementa drásticamente, es decir una parte de una señal de voz en la que la amplitud inmediatamente después de la parte sea considerablemente mayor que la amplitud inmediatamente antes de la parte. Por ejemplo, en una trama en la que un estado de voz inactivo se cambia a un estado de voz activo, una muestra con energía bastante pequeña existe al comienzo seguida por muestras que tienen mayor energía. Es decir, existe una parte de ataque.

40 En este caso, si, por ejemplo, un valor cercano a la parte inferior derecha en la matriz de autocorrelación en la figura 12 está fijado como un valor típico, un error puede incrementar cuando los valores de autocorrelación se calculan utilizando una muestra que tenga originalmente energía pequeña, provocando que la exactitud de cálculo de energía se deteriore considerablemente. En algunos casos puede producirse un sonido extraño.

Por tanto, para una parte de ataque tal, al fijar el valor cercano a la parte superior izquierda en la matriz de autocorrelación en la figura 12 como un valor típico, es posible reducir el error en el caso donde un valor de autocorrelación extremadamente pequeño se calcula originalmente.

50 Además, al contrario de la parte de ataque, en una trama en la que un estado de voz activo se cambia a un estado de voz inactivo, existe una muestra con energía extremadamente grande al comienzo seguida por muestras que tienen energía pequeña. En este caso, por ejemplo, al fijar el valor cercano a la parte inferior izquierda en la matriz de autocorrelación en la figura 12 como un valor típico, es posible reducir el error cuando un valor de autocorrelación extremadamente pequeño se requiere originalmente por la misma razón a la descrita anteriormente.

55 Por tanto, cuando la variación en la amplitud de la muestra es grande debido a, por ejemplo, el cambio entre voz activa y voz inactiva en una trama o subtrama, las operaciones de autocorrelación en j y m se sustituyen por operaciones de autocorrelación en j' y m' que incluyen una muestra con amplitud pequeña. La determinación adaptativa de valores típicos tal como se describe anteriormente hace posible reducir adicionalmente errores de operación de autocorrelación con respecto a la trama entera o subtrama.

La presente realización ha descrito un procedimiento de reducción de la cantidad de cálculo cuando se calcula la energía de subtrama de una señal de entrada utilizando operación de autocorrelación sin causar deterioro de la exactitud de cálculo, pero la presente invención no está limitada a esto, y puede aplicarse igualmente a un caso en el que se calcula la energía de trama de una señal de entrada. En este caso, en lugar de la ecuación 1, ecuación 3 a 5 ecuación 6 descritas en la presente realización, se utilizan la ecuación 2, ecuación 7 a ecuación 10 respectivamente. No hay concepto de subtrama en la ecuación 2, ecuación 7 a ecuación 10, y se supone que todo el procesamiento se realiza en unidades de trama.

[7]

$$A_i = \sum_{j=0}^{P-1} \alpha_j x_{i-j} \quad (i = \text{inicio}, \dots, \text{fin})$$

... (Ecuación 7)

10 [8]

$$\begin{aligned} E &= \sum_i A_i^2 = \sum_i \left\{ \sum_{j=0}^{P-1} \alpha_j x_{i-j} \right\}^2 \quad (i = \text{inicio}, \dots, \text{fin}) \\ &= \sum_i \left(\sum_{j=0}^{P-1} \alpha_j x_{i-j} \right) \left(\sum_{m=0}^{P-1} \alpha_m x_{i-m} \right) \\ &= \sum_{j=0}^{P-1} \sum_{m=0}^{P-1} \alpha_j \alpha_m \sum_i x_{i-j} x_{i-m} \end{aligned}$$

... (Ecuación 8)

[9]

$$\begin{aligned} E &= \sum_i A_i^2 = \sum_{j=0}^{P-1} \sum_{m=0}^{P-1} \alpha_j \alpha_m \sum_i x_{i-j} x_{i-m} \quad (i = \text{inicio}, \dots, \text{fin}) \\ &= \alpha_0 \alpha_0 \sum_i x_i x_i + \alpha_0 \alpha_1 \sum_i x_i x_{i-1} + \dots + \alpha_0 \alpha_{P-1} \sum_i x_i x_{i-(P-1)} \\ &\quad + \alpha_1 \alpha_0 \sum_i x_{i-1} x_i + \alpha_1 \alpha_1 \sum_i x_{i-1} x_{i-1} + \dots + \alpha_1 \alpha_{P-1} \sum_i x_{i-1} x_{i-(P-1)} \\ &\quad \vdots \\ &\quad + \alpha_{P-1} \alpha_0 \sum_i x_{i-(P-1)} x_i + \alpha_{P-1} \alpha_1 \sum_i x_{i-(P-1)} x_{i-1} + \dots + \alpha_{P-1} \alpha_{P-1} \sum_i x_{i-(P-1)} x_{i-(P-1)} \end{aligned}$$

15

... (Ecuación 9)

[10]

$$V(j, m) = V(m, j) = \sum_i x_{i-j} x_{i-m} \quad (i = \text{inicio}, \dots, \text{fin})$$

... (Ecuación 10)

20 Además, la sección 201/201a de cálculo de energía de subtrama según la presente realización no está limitada a un aparato de codificación, pero también es útil como un aparato de procesamiento de señales que calcula energía en unidades de subtrama (o trama).

(Ejemplo 2)

25 El ejemplo 2 describirá una configuración en la que un procedimiento de agrupamiento está fijado de manera adaptativa para cada proceso de trama o subproceso de trama en la matriz de autocorrelación descrita en la realización 1. Se ha descrito un caso previamente en 1 (figura 8, figura 9) donde el agrupamiento está fijado sobre una trama entera pero la fijación adaptativa de agrupamiento, hace posible mejorar adicionalmente la exactitud de la operación. Además, el procesamiento se describirá abajo basándose en la configuración de matriz descrita en la

figura 12.

Dado que un sistema de comunicación que incluye un aparato de codificación y un aparato de descodificación según el presente ejemplo tiene la misma configuración que la mostrada en la realización 1 (figura 1), se omitirá la ilustración y descripción de la misma. Además, puesto que la configuración interna del aparato de codificación según el presente ejemplo es la misma que la configuración mostrada en la realización 1 (figura 2), se omitirá la ilustración y descripción de la misma. Además, puesto que la configuración interna de la sección de cálculo de energía de subtrama según el presente ejemplo tiene la misma configuración que la configuración mostrada en la realización 1 (figura 3), la configuración interna se describirá utilizando la figura 3. Además, puesto que la configuración interna del aparato de descodificación según el presente ejemplo tiene la misma configuración que la configuración mostrada en la realización 1 (figura 11), se omitirá la ilustración y descripción de la misma.

Se supone que la sección 2012 de agrupamiento en el aparato de codificación del presente ejemplo realiza el agrupamiento basándose en un procedimiento de agrupamiento tal como la matriz de Toeplitz mostrado en la figura 12 descrito anteriormente.

El procedimiento de agrupamiento tal como se muestra en la figura 12 descrito anteriormente agrupa elementos respectivos de la matriz de autocorrelación para cada región que tiene la misma diferencia entre j y m y está simplificada para tener el mismo valor de operación de autocorrelación dentro del grupo. Esto proporciona una ventaja que es posible reducir drásticamente el número de veces que se realiza la operación de autocorrelación. Sin embargo, cuando existen elementos que tienen valores de operación de autocorrelación significativamente diferentes dentro del mismo grupo, hay el problema de que se produce un gran error de operación.

Por tanto, el presente ejemplo describirá una configuración basándose en el procedimiento de agrupamiento tal como se muestra en la figura 12 que suprime los errores en la operación de autocorrelación al dividir un grupo en dos partes. Para simplificar la descripción, se describirá un caso abajo donde solo un grupo cuyos valores j y m sean idénticos (grupo en la diagonal de una matriz de autocorrelación) se divide en dos partes.

La figura 14 muestra un ejemplo de agrupamiento en este caso. En la figura 14, un grupo donde los valores j y m son idénticos (grupo en la diagonal de una matriz de autocorrelación), es decir grupo G1 en la figura 12, se divide en dos grupos: grupo G1-1 y grupo G1-2.

A continuación, se describirán abajo cómo dividir el grupo G1 en dos partes.

La figura 15 muestra un rango objetivo en el que la operación de autocorrelación se realiza en el grupo G1 en una forma simplificada. Del grupo G1 de la matriz de autocorrelación, el rango desde el elemento superior izquierdo al elemento de parte inferior derecha en la que se realiza la operación de autocorrelación se modifica desde rango (0) al rango (P-1) tal como se muestra en la figura 15. La sección 2012 de agrupamiento en el presente ejemplo busca el índice de muestras i que maximiza la ecuación 11 abajo y divide el grupo G1 en dos subgrupos G1-1 y G1-2 utilizando este índice i como un punto de división. En este caso, en la ecuación 11, L representa una longitud de subtrama.

[11]

$$\max \left\{ (x_i^2 + y_{i+L}^2) - (x_{i-1}^2 + y_{i+L-1}^2) \right\} \quad (i = \text{inicio} \cdot (P-1), \dots, \text{inicio})$$

(Ecuación 11)

El ejemplo en la figura 14 muestra un caso en el que el punto de división es justo un punto medio del rango de búsqueda, es decir el punto de división es $i = \text{inicio} + (P-1)/2$.

La figura 16 muestra una vista general del procesamiento de búsqueda en el punto de división en la ecuación 11. Se supone que la parte de estado en la figura 16 es x_i , y la longitud desde la parte trasera de una trama a la parte de estado, es decir una parte del orden del filtro es y_{i+L} . Sin embargo, para simplificar la descripción, se describirá un caso en el que el procesamiento se realiza en unidades de trama, no en subunidades de trama.

En este caso, la ecuación 11 muestra una variación de energía de trama cuando el rango objetivo de operación de correlación se ha desplazado en una muestra en un momento. Por tanto, un punto que maximiza la ecuación 11 es un punto en el que la variación de energía de trama es la mayor, y cuando la sección 2012 de agrupamiento divide el grupo en ese punto, es posible reducir estadísticamente el número de errores en la operación de correlación que acompaña el agrupamiento. Tal como se describió anteriormente, la figura 16 muestra una configuración durante procesamiento de trama, y durante el procesamiento de subtrama, la posición de inicio (inicio_k) de cada subtrama puede sumarse a las posiciones de inicio de x_i e y_{i+L} y el punto de división puede obtenerse utilizando el mismo procedimiento que se describió anteriormente.

Por tanto, según el presente ejemplo, la realización de la operación de autocorrelación aproximada en una configuración en la que energía de trama o energía de subtrama de una señal de entrada se calcula utilizando operaciones de autocorrelación hace posible reducir drásticamente la cantidad de cálculo de procesamiento (cantidad de cálculo) sin causar un deterioro de la exactitud de energía de trama o energía de subtrama. Además, en el procesamiento de la operación de autocorrelación aproximada, que determina de manera adaptativa el procedimiento de operación de aproximación del procesamiento de operación de autocorrelación en unidades de procesamiento de trama (o subtrama) hace posible suprimir adicionalmente el deterioro de la exactitud de energía de trama o energía de subtrama.

Aunque el presente ejemplo ha descrito una configuración en la que el procedimiento de división está fijado de manera adaptativa cuando la parte de una matriz de Toeplitz se divide en dos partes tal como se muestra en la figura 14, como un ejemplo, esto puede aplicarse igualmente a un caso en el que la parte de la matriz de Toeplitz se divide en tres o más grupos. En este caso, además del punto donde se maximiza la ecuación 11, un punto donde el valor de ecuación 11 se convierte en el segundo más largo puede fijarse como un segundo punto de división. Además, cuando la parte de la matriz de Toeplitz se divide en k (k es un íntegro igual a o mayor de 3) grupos, un punto en el que el valor de ecuación 11 se convierte en el de orden $(k-1)$ más largo puede fijarse como un punto de división de orden $(k-1)$.

Además, aunque el presente ejemplo ha descrito una configuración en la que algunos grupos de una matriz de Toeplitz están divididos tal como se muestra en la figura 14 como un ejemplo, no está limitado a esto y puede aplicarse igualmente a un caso en el que todos los grupos de la matriz de Toeplitz están divididos, o a un caso de agrupamiento diferente al de una matriz de Toeplitz (por ejemplo, el caso de agrupamiento tal como se muestra en la figura 9).

Además, aunque el presente ejemplo no se refiere particularmente a un valor típico de cada grupo (cada subgrupo) de una matriz de autocorrelación agrupada, es posible calcular un valor típico como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo puede asumirse que un valor de operación de autocorrelación correspondiente al elemento superior izquierdo de cada grupo (cada subgrupo) sea un valor típico de cada grupo (cada subgrupo).

Además, puede asumirse que un valor de operación de autocorrelación correspondiente al elemento central de cada grupo (cada subgrupo) sea un valor típico, y de este modo es posible reducir estadísticamente un error en la operación de autocorrelación con respecto a la matriz entera de autocorrelación.

Además, el aparato de codificación según la presente invención, no está limitado a la anterior realización, pero puede implementarse modificado en varios modos según las reivindicaciones.

Aunque se ha supuesto que el aparato de descodificación realice el procesamiento utilizando información codificada transmitida desde el aparato de codificación puede procesarse información codificada que contiene parámetros o datos necesarios incluso si no es necesariamente información codificada desde el aparato de codificación.

Además, la presente invención puede aplicarse también a casos en los que un programa de procesamiento de señales se escribe en un medio de grabación que pueda leerse mecánicamente tal como memoria, disco, cinta, CD, DVD y funciona, y pueden obtenerse operaciones y efectos similares a aquellos en la realización anterior.

Por lo tanto aunque se hayan descrito casos en los que la presente invención esté configurada mediante hardware, la presente invención puede implementarse también mediante software.

Cada bloque funcional empleado en la descripción de la realización anteriormente mencionada puede implementarse normalmente como un LSI (circuito de alto grado de integración) constituido por un circuito integrado. Estos pueden ser chips individuales o parcial o totalmente contenidos denominados "IC," "sistema LSI," "super LSI," o "ultra LSI" dependiendo de los diferentes rangos de integración.

Además el procedimiento de integración de circuitos no está limitado a los LSI, y la implementación utilizando sistema de circuitos dedicados o procesadores de uso general también es posible. Tras la fabricación de LSI también es posible la utilización de un FPGA programable (arreglo de puerta programable de campo) o un procesador reconfigurable en el que las conexiones y ajustes de las celdas de circuito dentro de un LSI pueden volver a configurarse es también posible.

Además si la tecnología de circuitos integrados aparece para reemplazar los LSI como un resultado del avance de la tecnología de semiconductores o un derivado de otra tecnología naturalmente también es posible llevar a cabo la integración de bloques funcionales utilizando esta tecnología. También es posible la aplicación de biotecnología.

Se hace referencia a las divulgaciones de la solicitud de patente japonesa núm. 2011-006211, presentada el 14 de enero, 2011 y la solicitud de patente japonesa núm. 2011-054919, presentada el 14 de marzo, 2011.

Aplicabilidad industrial

El aparato de codificación según la presente invención puede reducir de manera eficiente la cantidad de operaciones cuando se calcula la energía de trama o energía de subtrama de una señal de entrada utilizando autocorrelaciones y pueden aplicarse a, por ejemplo, un sistema de comunicación o sistema de comunicación móvil.

5 **Lista de números de referencia**

	101	aparato de codificación
	102	trayectoria de transmisión
	103	aparato de decodificación
	201, 201a	sección de cálculo de energía de subtrama
10	2011	sección de operación
	2012, 2012a	sección de agrupamiento
	202	sección de determinación
	203	sección de codificación CELP
	301	sección de preprocesamiento
15	302	sección de análisis LPC
	303	sección de cuantificación LPC
	304, 409	filtro de síntesis
	305, 311, 408	sección de adición
	306, 403	libro de códigos de excitación adaptativa
20	307, 404	sección de generación de ganancia de cuantificación
	308, 405	libro de códigos de excitación fija
	309, 310, 406, 407	sección de multiplicación
	312	sección de ponderación perceptual
	313	sección de determinación de parámetros
25	314	sección de multiplexación
	401	sección de desmultiplexación
	402	sección de decodificación LPC
	410	sección de procesamiento posterior

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de codificación que comprende:

una sección de cálculo de energía adaptada para calcular una de energía de trama y energía de subtrama de una señal de voz/sonido utilizando una operación de autocorrelación de la señal de voz/sonido; y una sección de codificación adaptada para codificar la señal de voz/sonido utilizando una de la energía de trama y la energía de subtrama, y para generar información codificada, en el que,

cuando se realiza una operación de autocorrelación en la señal de voz/sonido utilizando la ecuación 1 o la ecuación 2, la sección de cálculo de energía está adaptada para realizar operaciones de autocorrelación $\sum_i x_{i-j} x_{i-m}$ en una combinación de j' y m' para la aproximación, que es diferente de una combinación de j y m según los valores de j y m, y para calcular una de la energía de trama y la energía de subtrama mediante la sustitución de las operaciones de autocorrelación $\sum_i x_{i-j} x_{i-m}$ en la combinación de j y m con la operaciones de autocorrelación en la combinación de j' y m':

$$E_k = \sum_i A_i^2 = \sum_{j=0}^{P-1} \sum_{m=0}^{P-1} \alpha_j \alpha_m \sum_i x_{i-j} x_{i-m} \quad (i = \text{inicio}_k, \dots, \text{fin}_k \quad k = 0, \dots, N_s - 1)$$

(ecuación 1)

E_k : energía (energía de subtrama) de subtrama cuyo índice de subtrama es k,
 A_i : señal de voz/sonido después del filtrado,
 P: orden de filtrado,
 α_j, α_m : coeficiente de filtro,
 x_n : señal de voz/sonido de subtrama de orden (n+1),
 j, m: índice que indica tiempo de retardo cuando se calcula la autocorrelación,
 i: índice de muestras de señal de voz/sonido,
 N_s : número de subtramas,
 k: índice de subtrama,
 inicio_k : índice de muestras principal de subtrama cuyo índice de subtrama es k, y
 fin_k : índice de muestras de cola de subtrama cuyo índice de subtrama es k; y

$$E = \sum_i A_i^2 = \sum_{j=0}^{P-1} \sum_{m=0}^{P-1} \alpha_j \alpha_m \sum_i x_{i-j} x_{i-m} \quad (i = \text{inicio}, \dots, \text{fin})$$

(ecuación 2)

E: energía de trama,
 A_i : señal de voz/sonido después del filtrado,
 P: orden de filtrado,
 α_j, α_m : coeficiente de filtro,
 x_n : señal de voz/sonido de trama de orden (n+1),
 j, m: índice que indica tiempo de retardo cuando se calcula la autocorrelación,
 i: índice de muestras de señal de voz/sonido,
 inicio: índice de muestras principal de trama, y
 fin: índice de muestras de cola de trama, y

en el que la sección de cálculo de energía está adaptada para realizar control con el fin de incrementar el número de combinaciones de j y m a sustituir con operaciones de autocorrelación en la combinación de j' y m' a medida que la diferencia entre j y m en la ecuación 1 o ecuación 2 se incrementa.

2. Un aparato de terminal de comunicaciones que comprende el aparato de codificación según la reivindicación 1.

3. Un aparato de estación base que comprende el aparato de codificación según la reivindicación 1.

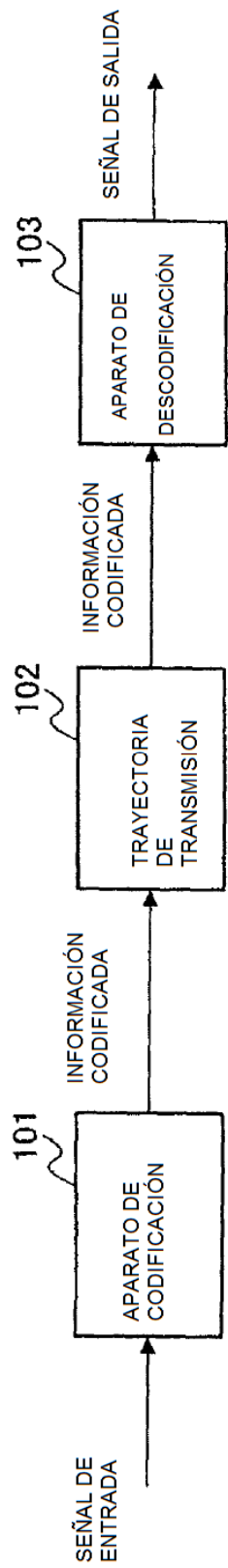


FIG. 1

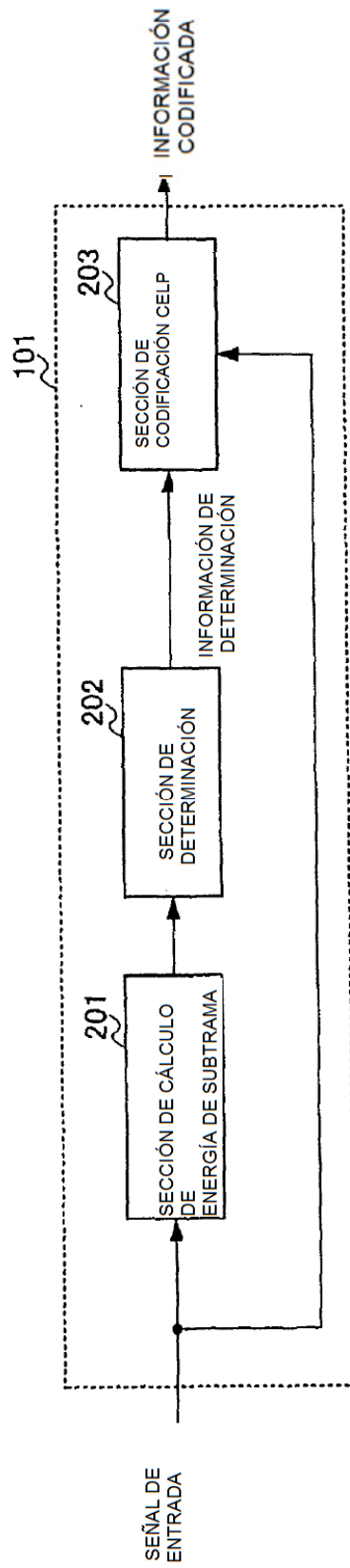


FIG. 2

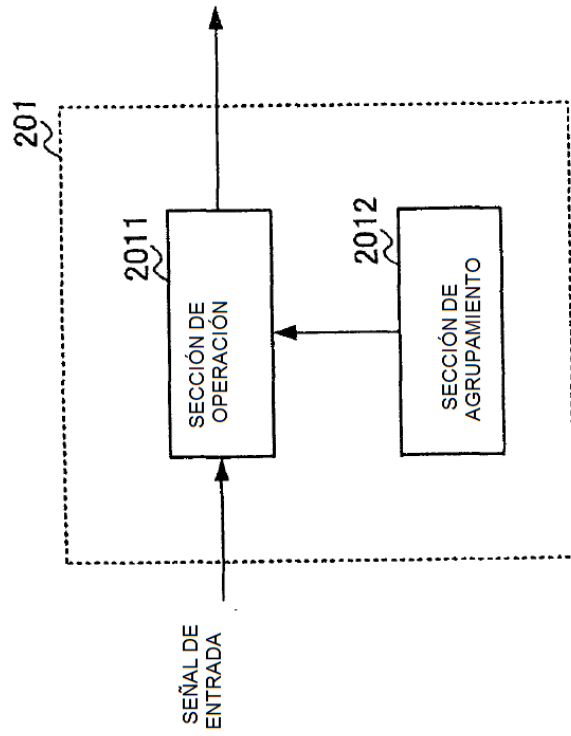


FIG. 3

m

$$\begin{bmatrix}
 \alpha_0 \alpha_0 \cdot \sum_i x_{i-0} x_{i-0} & \alpha_0 \alpha_1 \cdot \sum_i x_{i-0} x_{i-1} & \dots & \alpha_0 \alpha_{P-1} \cdot \sum_i x_{i-0} x_{i-(P-1)} \\
 \alpha_1 \alpha_0 \cdot \sum_i x_{i-1} x_{i-0} & \alpha_1 \alpha_1 \cdot \sum_i x_{i-1} x_{i-1} & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \alpha_{P-1} \alpha_0 \cdot \sum_i x_{i-(P-1)} x_{i-0} & \dots & \dots & \alpha_{P-1} \alpha_{P-1} \cdot \sum_i x_{i-(P-1)} x_{i-(P-1)}
 \end{bmatrix}$$

j

$i = inicio_k, \dots, fin_k$

$k = 0, \dots, N_S - 1$

$j = 0, \dots, P - 1$

FIG. 4

$$\begin{array}{c}
 m \\
 \left[\begin{array}{cccc}
 \sum_i x_{i-0} x_{i-0} & \sum_i x_{i-0} x_{i-1} & \dots & \sum_i x_{i-0} x_{i-(P-1)} \\
 \sum_i x_{i-1} x_{i-0} & \sum_i x_{i-1} x_{i-1} & \dots & \sum_i x_{i-1} x_{i-(P-1)} \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 \sum_i x_{i-(P-1)} x_{i-0} & \dots & \dots & \sum_i x_{i-(P-1)} x_{i-(P-1)}
 \end{array} \right] \\
 j
 \end{array}$$

$i = inicio_k, \dots, fin_k$
 $k = 0, \dots, N_S - 1$
 $j = 0, \dots, P - 1$

FIG. 5

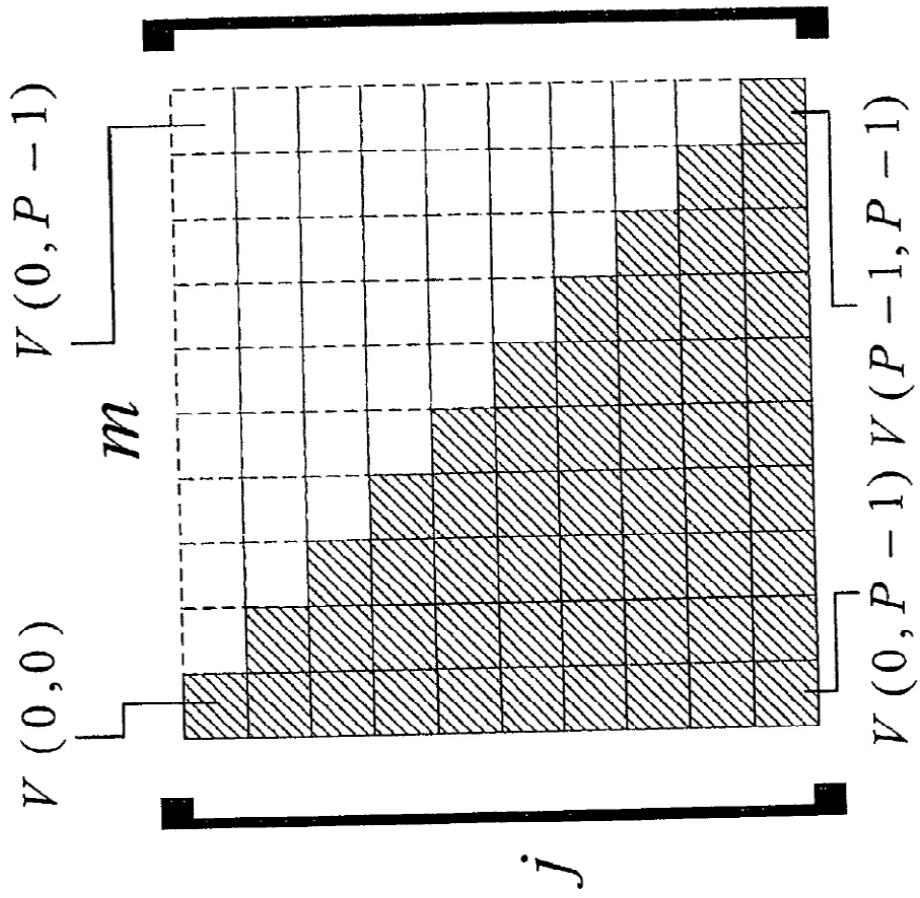


FIG. 7

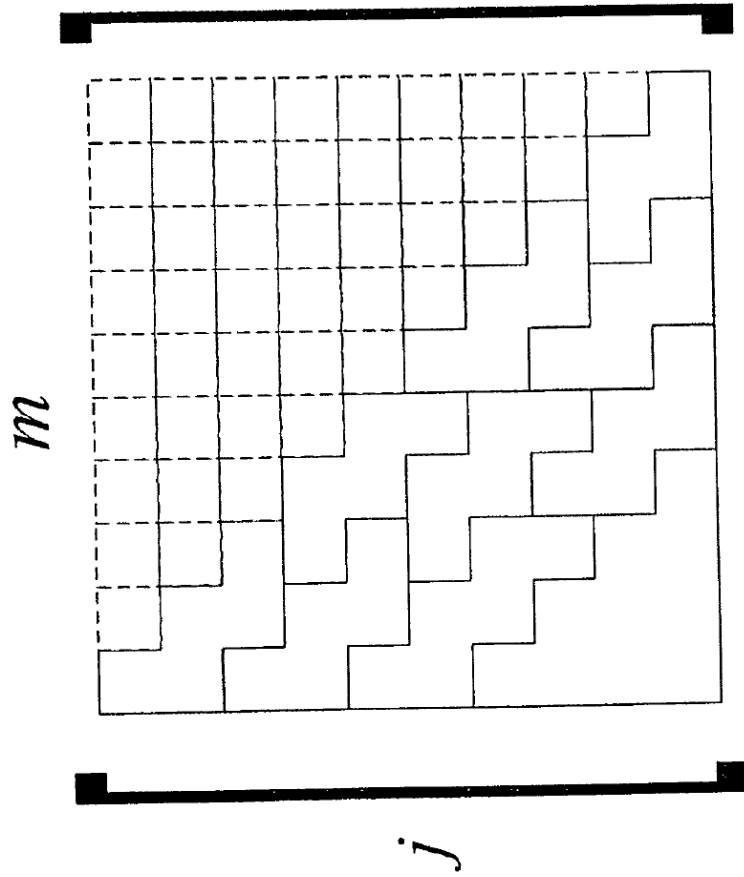


FIG. 8

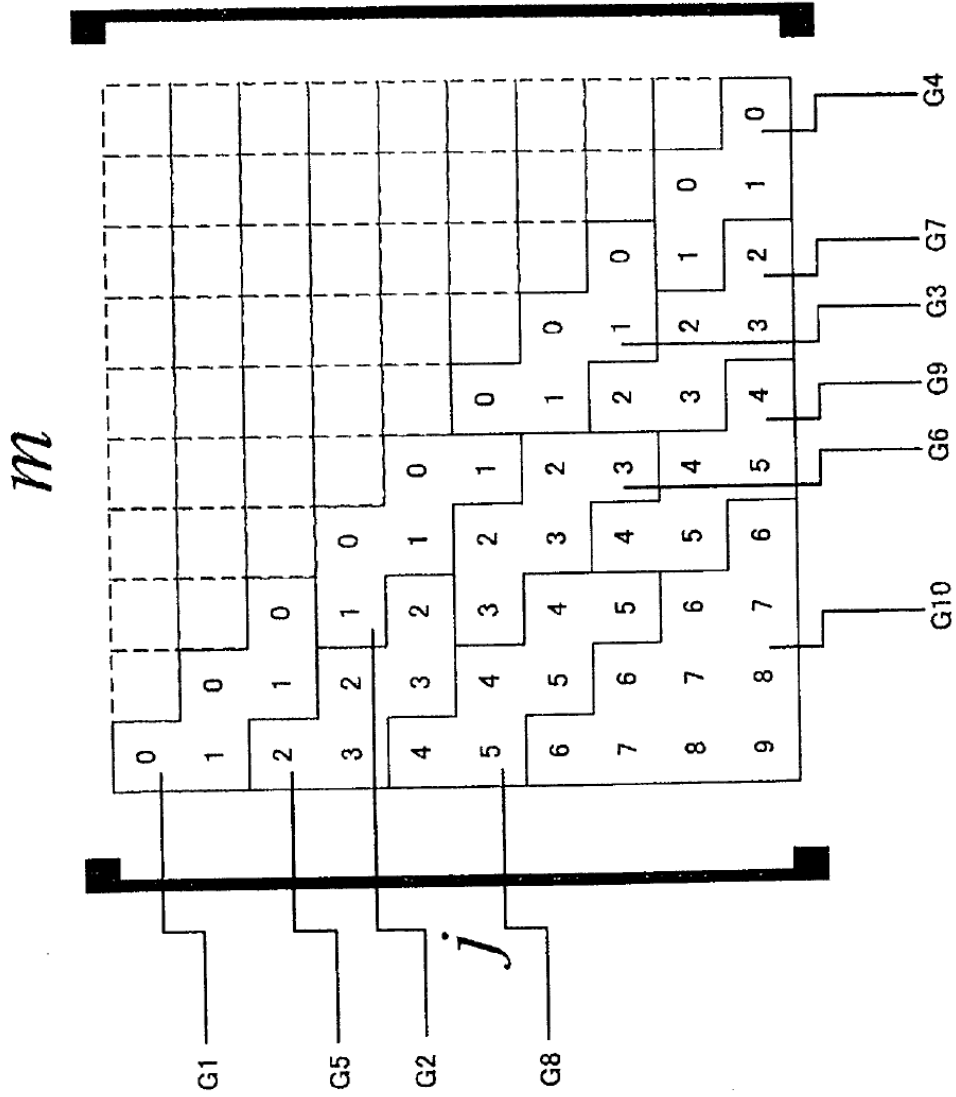


FIG. 9

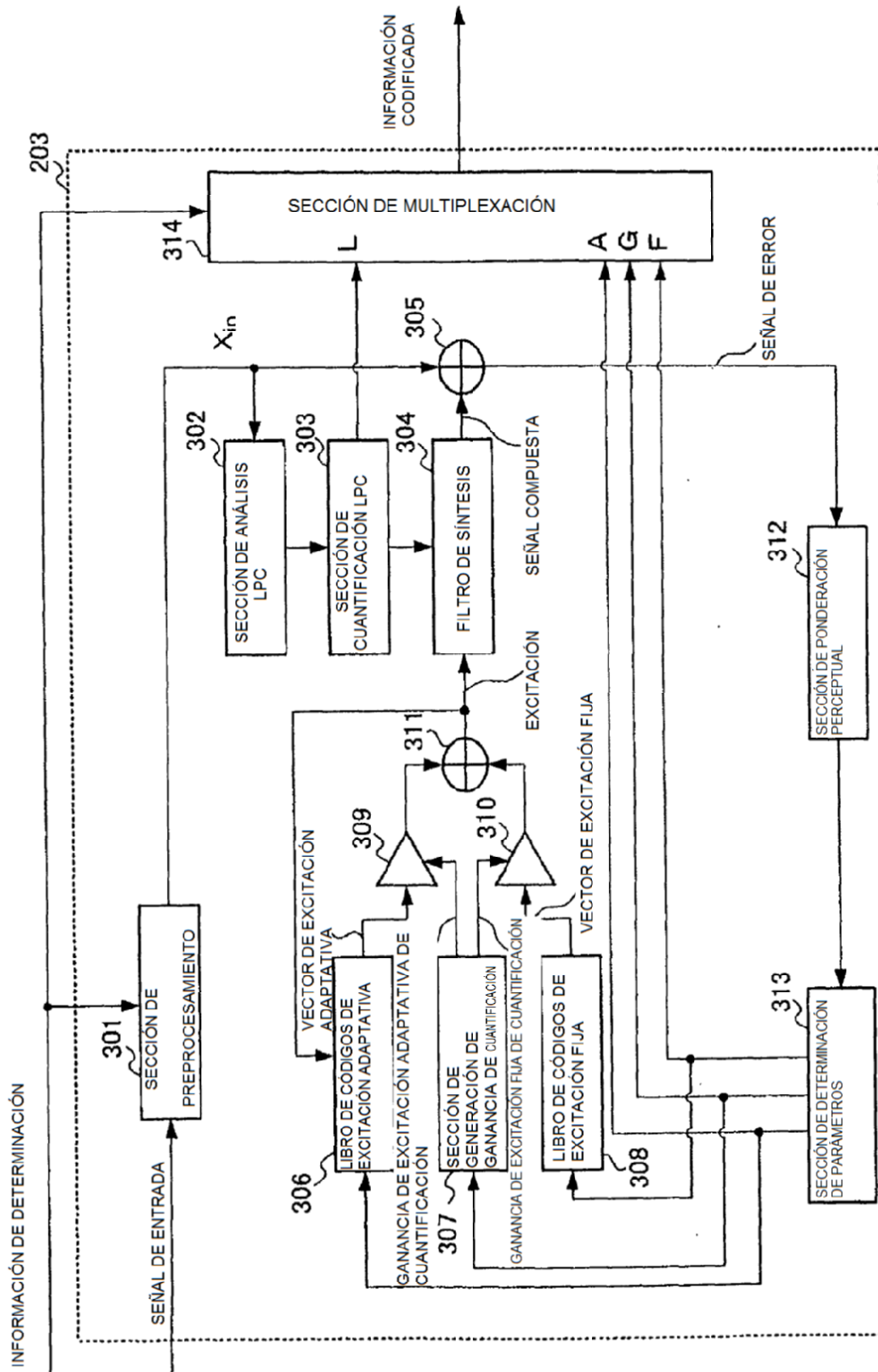


FIG. 10

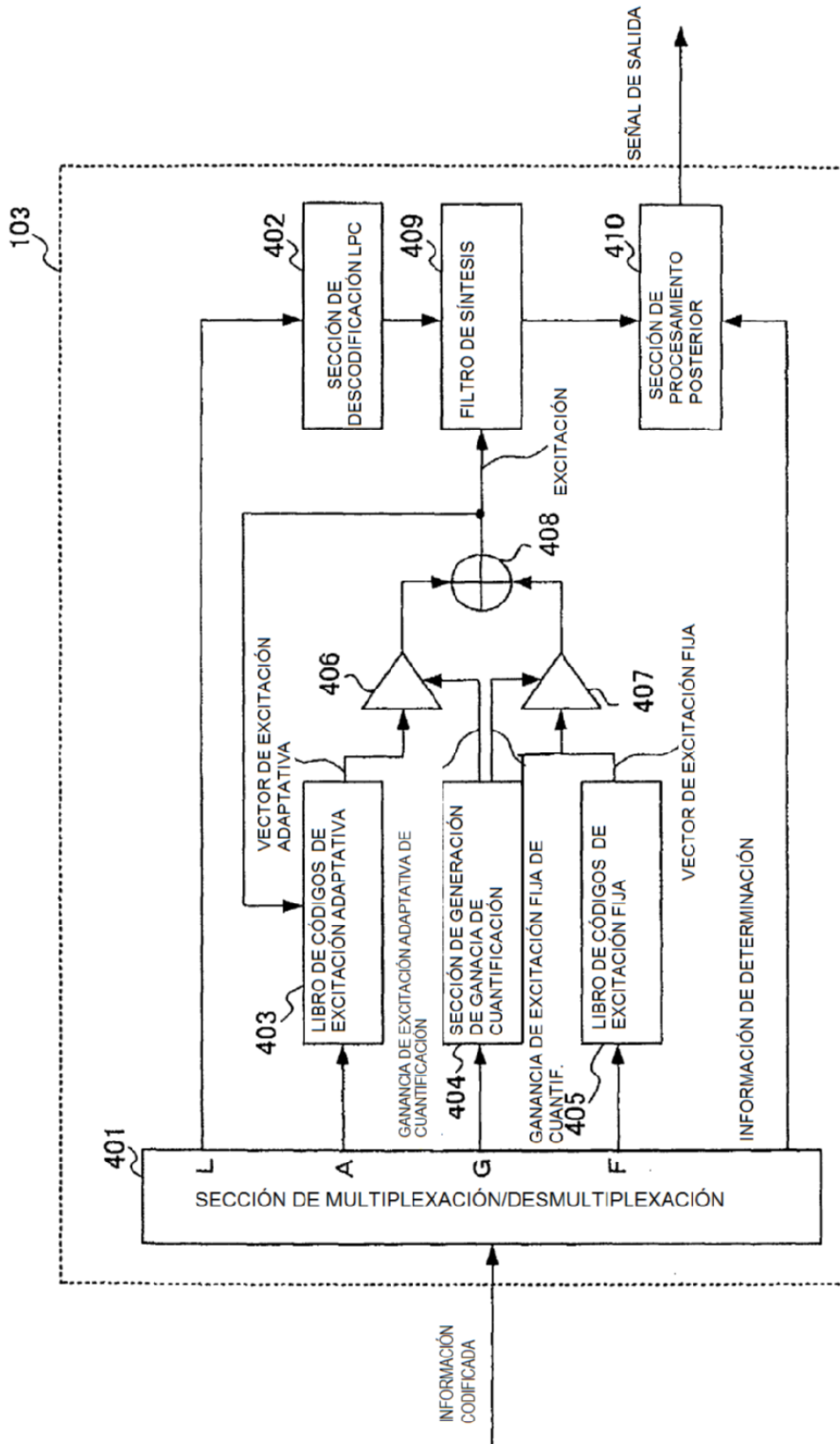


FIG. 11

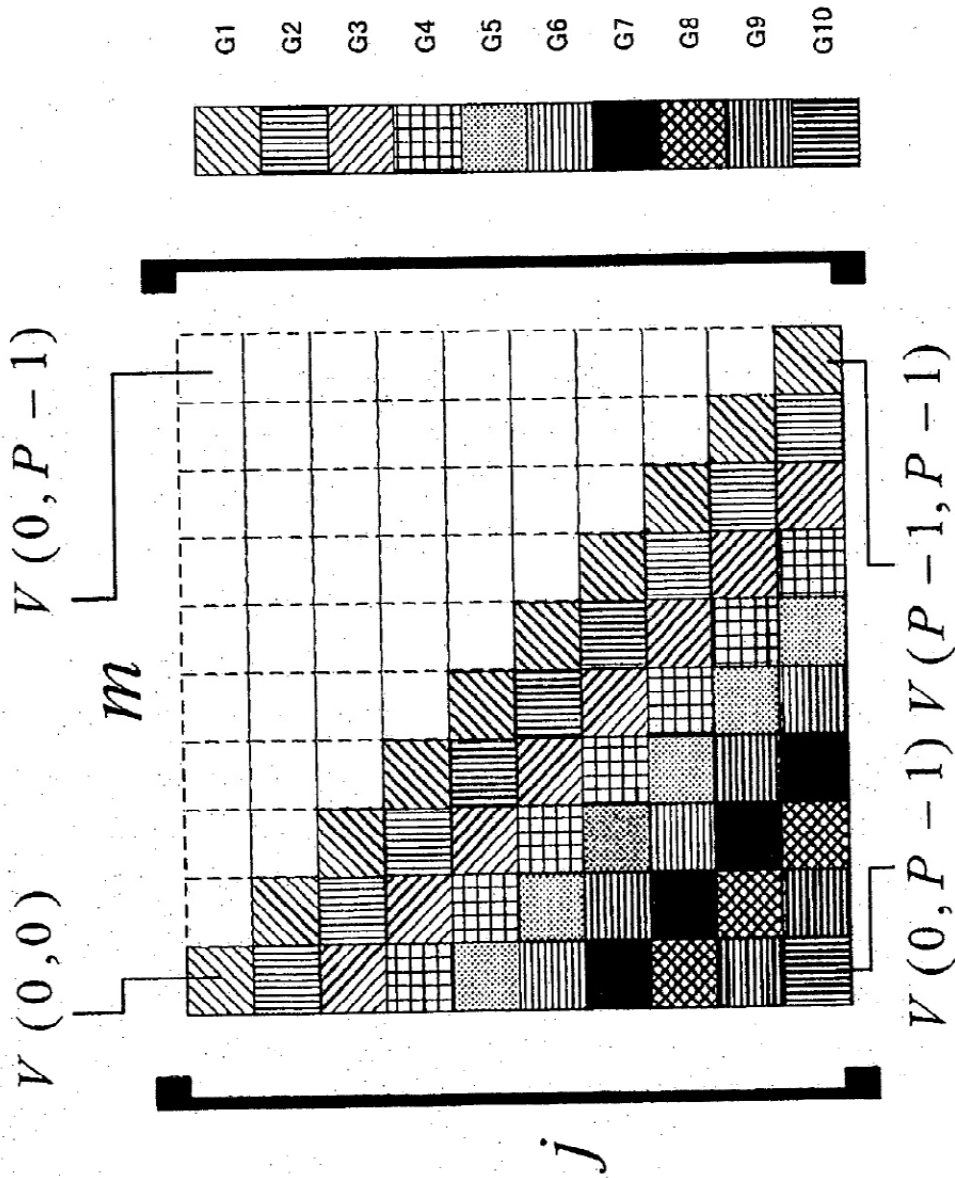


FIG. 12

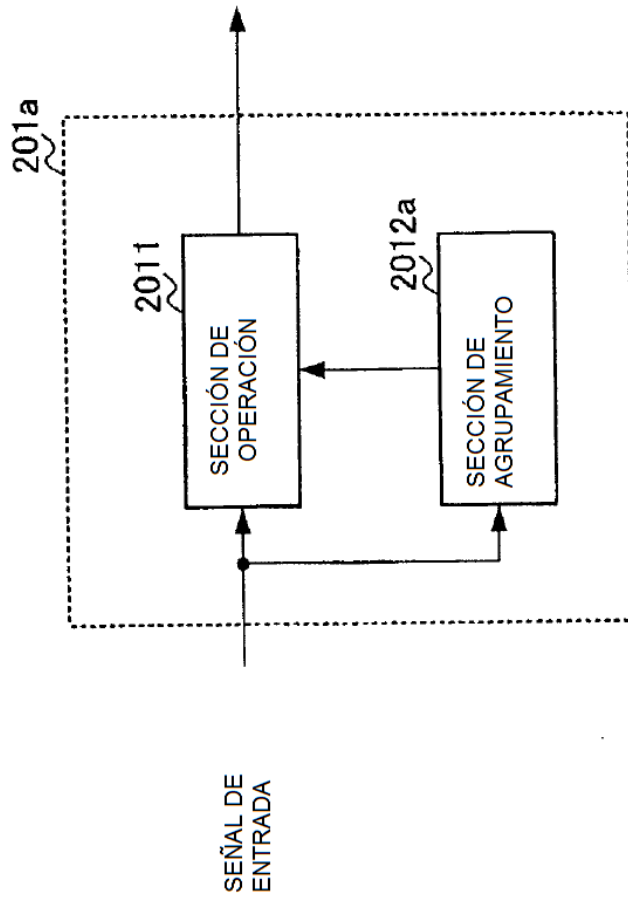


FIG. 13

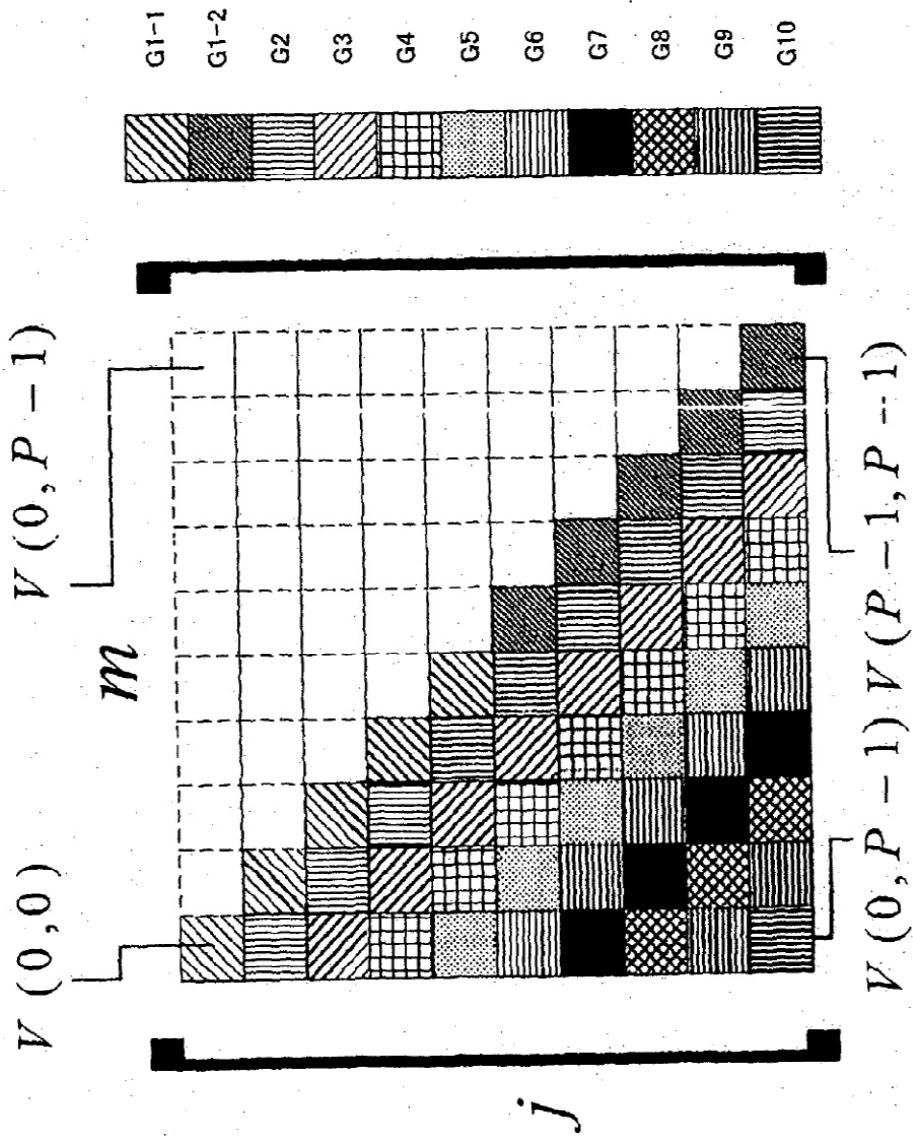


FIG. 14

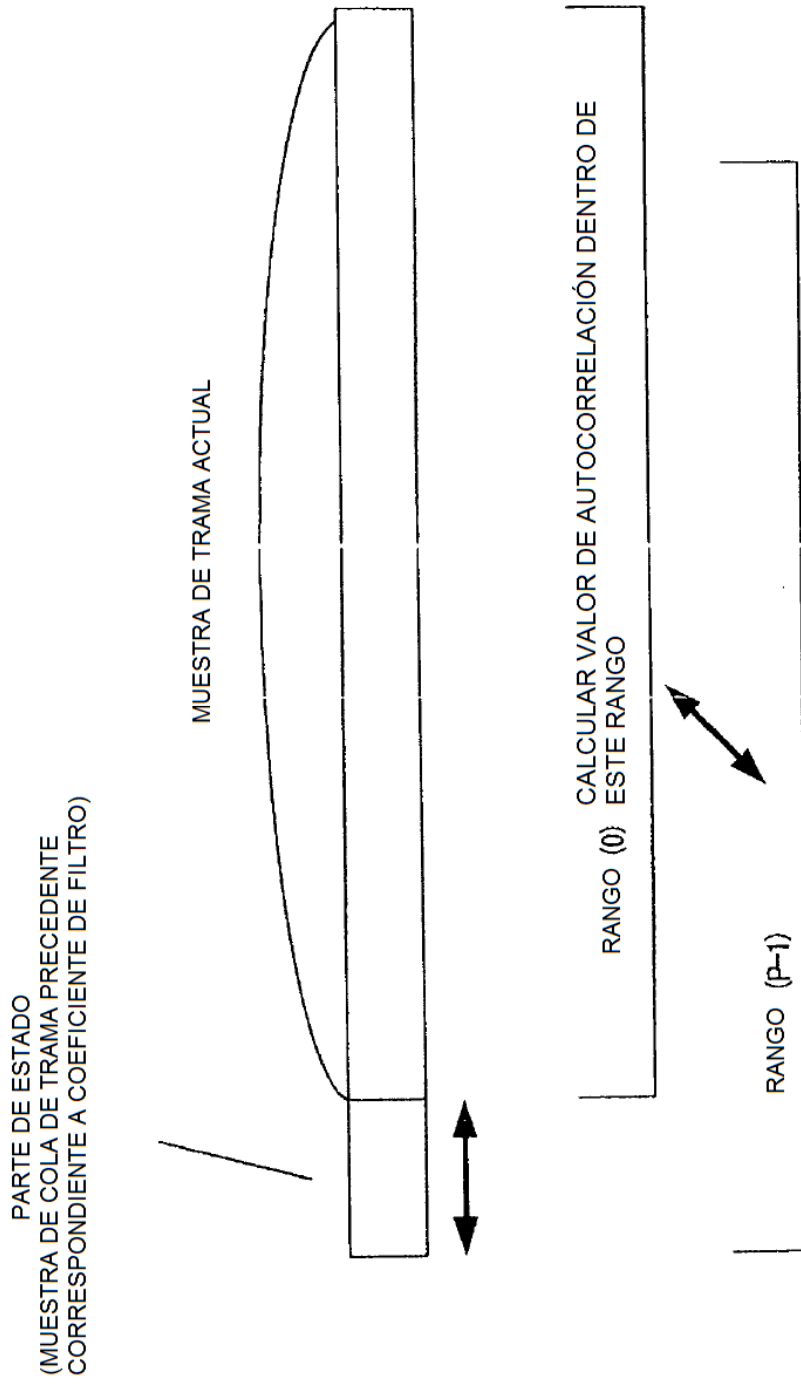


FIG. 15

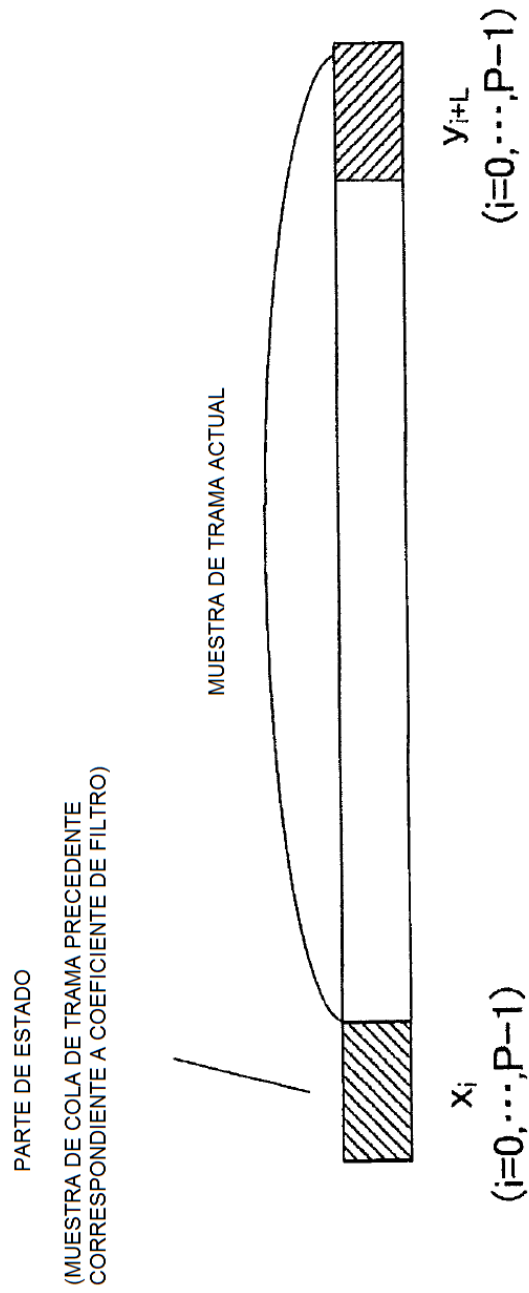


FIG. 16