

346119

P.- 36.251

IBM Docket SA 9-66-023

16 OCT 1966



346119

Memoria descriptiva

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

entidad / de nacionalidad norteamericana

con domicilio en Armonk, N.Y., Estados Unidos de América

por: "UN METODO DE HACER UN FILTRO DEL TIPO DE MASCARA PARA LA CONVERSION DE UNA ONDA QUE SIGUE LA ECUACION DE LAS ONDAS ESTACIONARIAS" (Clase Internacional G02f G06f).



La presente invención se refiere en general a filtros ópticos, y especialmente al tipo de filtro que convierte una onda que proviene de un objeto dado en una onda que representa una imagen dada. Otro de los nombres con
5 que se conocen tales filtros es el de traductor de código, o convertidor de código.

Ya Gabor, en "Nature", vol. 208, pág. 422, 1965, describió un filtro traductor de código. Este filtro espacial estaba ideado para producir una imagen prefijada desde un objeto dado. Por ejemplo, un grupo de objetos podrían ser los números 0, 1, ... 9, y las imágenes correspondientes a estos objetos podrían ser representaciones binarias, tales como puntos de luz ordenados. Este tipo de salida binaria se presta especialmente a la detección por
10 medios sencillos, tales como fotocélulas, y la salida resultante tiene una forma fácilmente aceptada por una calculadora numérica o por dígitos. La aplicación de este filtro a la preparación de información escrita para su introducción en una calculadora es de particular importancia.

El filtro de Gabor se produce por métodos holográficos que incluyen el registro de un diseño de interferencias producido a base de una onda de objeto y una onda de referencia. En el caso del filtro traductor de código, la onda de referencia se produce por medios físicos y, por
15 consiguiente, el objeto que produce la onda de referencia debe existir también en el sentido físico. Esta limitación no permite sacar el máximo partido del filtro y limita el tipo de señal de salida que es posible obtener.

Por todo ello, es objeto del presente invento un
20 filtro perfeccionado de traducción de código.

10.10.67

- 2 -

346119



Otro objeto de la invención consiste en un método perfeccionado para fabricar un filtro de traducción de código.

5 Otro objeto más de la invención reside en un sistema perfeccionado para la conversión óptica de códigos.

Es asimismo objeto de esta invención un filtro de traducción de código que no exige la existencia física de un objeto para dar una onda de referencia.

10 Otro objeto de esta invención reside en un método para fabricar un filtro de traducción de código que puede usarse para convertir un objeto cualquiera en cualquier imagen.

Estos objetos o fines se logran mediante un sistema colimador que ajusta la alineación de la luz procedente del objeto e ilumina un filtro. La onda que ilumina el filtro puede describirse en función de fase y amplitud. El filtro está dividido en un número de células. La onda que incide en las células individuales se describe entonces en función de fase y amplitud. El mismo análisis se efectúa para determinar la amplitud y la fase de una onda que daría el objeto deseado. El filtro opera modificando la fase y la amplitud de la onda de objeto de manera tal que la salida del filtro es una onda que representa, en fase y amplitud, la onda que genera la imagen deseada. En términos muy sencillos, la fase y amplitud de salida para una célula dada se dividen por la fase de entrada deseada y por la amplitud para la misma célula. De este cociente se derivan las características del filtro. En otros términos, el filtro representa la manera en que es preciso modificar la onda de entrada en fase y amplitud para obtener

15
20
25
30



las necesarias características de fase y de amplitud en la onda que se use para generar el objeto.

5 Los indicados y otros objetos, rasgos característicos y ventajas de la invención se, irán desprendiendo de la siguiente descripción pormenorizada de una forma preferida de realización del invento, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es un sistema óptico para traducción de código, conforme a la invención.

10 La figura 2 es una sección fragmentaria del tipo de máscara utilizado para llevar a la práctica la invención.

La figura 3 es una vista detallada de una célula individual de la máscara de la figura 2; y

15 La figura 4 es una máscara binaria ideada con el fin de convertir la letra G en un signo "más", o de sumar (+).

20 En el sistema de la figura 1, la fuente de luz S se utiliza para tener luz coherente tanto espectral como espacialmente. Una parte de la luz procedente de la fuente S se halla dirigida por la lente colimadora L_1 , situada a la distancia f de la fuente S. El haz ajustado o dirigido se usa para iluminar el objeto O que, según se indica, es la letra G superpuesta en un fondo transparente. Por mejor
25 conveniencia, el objeto se representa situado a una distancia f de la lente L_1 . Las dimensiones del campo del objeto se indican como Δx y Δy . Hay una segunda lente L_2 colocada a una distancia f del objeto O y también de la máscara M de filtro. Esto permite la lente L_2 desempeñar dos funciones:
30 la creación de una imagen de la fuente S en el pla-

16 OCT 1967



no de la máscara M, y la colimación de la luz procedente del objeto O. La máscara de filtro M se estudiará con detalle más adelante. Baste decir ahora que funciona modificando la fase y la amplitud de la onda dirigida por colimación desde el objeto O en la luz que forma el primer orden de difracción. La lente L_3 , situada a una distancia f de la máscara M, lleva la luz que forma el primer orden de difracción desde la máscara M a un foco situado en el plano de la imagen. Como se verá, la máscara M crea en el plano de la imagen un número de órdenes de difracción. Como el efecto de la máscara sobre la fase y la amplitud de la onda transmitida diferirá para cada orden, es necesario seleccionar un orden particular en el cual se observen las imágenes, y diseñar la máscara en torno a dicho orden. En la forma preferida de realización del invento se utiliza el primer orden positivo (orden + 1).

Para simplificar el proyecto y ejecución de la máscara, ésta se divide en gran número de pequeñas células, como se ilustra en la figura 2. Las células se identifican con arreglo a los índices n y m . En la figura 2 se representa sólo una pequeña parte de la máscara. Las células que van a lo largo de los bordes de la máscara en la extremidad del índice n se identifican como $n_{\text{máx}}$. De igual modo, las células que corren a lo largo de los bordes de la máscara en la extremidad del índice m se identifican como $m_{\text{máx}}$. En la figura 3 se representa una célula tipo con mayor detalle. El fondo de la célula es opaco. La parte de hendidura transparente de la célula se elige de la mitad de anchura que la célula. La altura de la parte de hendidura transparente se denomina "a", y dependerá de la función

346119



de amplitud deseada en la célula en particular. La situación del centro de la parte de hendidura transparente de la célula es la distancia "b" desde el centro de la célula. Esta distancia determina la característica de fase de la célula.

5

En la solicitud de patente americana del mismo inventor, titulada "Filtro espacial complejo que consta de elementos binarios" y que lleva el número 456.127, se da una descripción detallada de la teoría de funcionamiento de los filtros binarios de este tipo.

10

La primera etapa en el proyecto y construcción del filtro para la traducción de códigos consiste en determinar la fase y la amplitud de la luz que viene del objeto seleccionado y cae en cada célula. Un medio obvio de efectuar este análisis sería el de introducir el objeto deseado en el plano del objeto y medir físicamente la amplitud resultante en cada una de las células individuales. La fase podría determinarse en cada una de las células individuales por comparación con una onda de referencia. Este método para la determinación de las características de fase y de amplitud de la onda dirigida por colimación del objeto es muy engorroso, y probablemente no sería seguido en la mayoría de los casos. Hay un método mejor, que consiste en emplear una calculadora que evalúa la transformada de Fourier del objeto definiendo la onda de colimación en función de unas características de fase y de amplitud. Esta es una operación bastante usual para una calculadora. Tal etapa puede definirse matemáticamente como la transformada de Fourier del objeto, $u(x, y)$;

15

20

25

30

$$u(x, y) \rightarrow \tilde{u}(\sqrt{x}, \sqrt{y}); \quad (1)$$



donde \sqrt{x} y \sqrt{y} son las frecuencias espaciales en la dimensión \underline{x} e \underline{y} , y u es el espectro de frecuencias del objeto que aparece en el plano de Fourier.

5 La etapa siguiente consiste en la correspondiente evaluación de la imagen deseada. Es necesario determinar la fase y la amplitud de la onda que puede llevarse a un foco para dar la imagen deseada. Si bien el proceso físico es el inverso del correspondiente al objeto, puesto que la determinación es la de una onda que produzca una imagen, en lugar de la de una onda que resulte de un objeto, existe la misma relación matemática. La segunda etapa es la transformada de Fourier de la imagen deseada, $v(x,y)$;

$$v(x,y) \rightarrow \tilde{v}(\sqrt{x}, \sqrt{y}); \quad (2)$$

donde v es el espectro de frecuencias de la imagen.

15 Las dos etapas precedentes se realizaron en puntos desunidos del plano de la máscara, a intervalos correspondientes a la anchura de célula y a la altura de célula. Los puntos se seleccionaron de modo que coincidieran con el centro de las células. La evaluación de la transformada de Fourier del objeto y de la imagen da una característica de fase y de amplitud para la onda de imagen y para la onda de objeto en cada célula. Para convertir la onda de objeto de la onda de imagen,

$$\tilde{u}F = \tilde{v}, \quad (3)$$

25 es necesario que el filtro ejecute la operación matemática de dividir. Esto puede expresarse así:

$$\frac{\tilde{v}}{\tilde{u}} = F(\sqrt{x}, \sqrt{y}); \quad (4)$$

donde $F(\sqrt{x}, \sqrt{y})$ es la función del filtro. En el caso de que la evaluación de las transformadas de Fourier para la

30 imagen y el objeto se realizara en los puntos desunidos co-



respondientes a los centros de las células, cada célula llevaría asociado un primer valor

$$A_{u\ nm} e^{i\phi_{u\ nm}}, \quad (5)$$

donde $A_{u\ nm}$ representa la amplitud de la onda de objeto;

5 (6); y $\phi_{u\ nm}$ representa la fase de la onda de objeto. (7)

Cada célula tendrá valores correspondientes para la onda de imagen, según la expresión:

$$A_{v\ nm} e^{i\phi_{v\ nm}}, \quad (8)$$

donde $A_{v\ nm}$ representa la amplitud de la onda de imagen; (9)

10 y $\phi_{v\ nm}$ representa la fase de la onda de imagen. (10)

La característica del filtro en función de la amplitud en la célula nm será entonces:

$$A_{nm} = A_{v\ nm} / A_{u\ nm}. \quad (11)$$

De igual modo, la característica del filtro expresada en función de la fase en la célula nm será:

$$\phi_{nm} = \phi_{v\ nm} - \phi_{u\ nm} \quad (12)$$

Hay que relacionar ahora la amplitud A_{nm} de la función de filtro con la altura a_{nm} de la célula nm , y la relación correspondiente entre la fase ϕ_{nm} del filtro y la posición b_{nm} de la abertura en la célula nm . Como se ha demostrado en la citada solicitud de patente americana, estas relaciones son:

$$A_{nm} = A_{m\acute{a}x} \cdot A_{nm} / h, \quad (13)$$

$$\phi_{nm} = 2\pi \cdot b_{nm} / w; \quad (14)$$

25 o sea, en la presentación inversa:

$$a_{nm} = h \cdot A_{nm} / A_{m\acute{a}x}, \quad (15)$$

$$b_{nm} = w \cdot \phi_{nm} / 2\pi. \quad (16)$$

Pueden utilizarse para las células otras configuraciones. Por ejemplo, sería posible emplear una hendidura de altura constante pero de anchura variable. O bien,



5 en lugar de una hendidura, se podrían emplear puntos de diversos tamaños u otra forma arbitraria. Todo lo que hace falta es que cada célula modifique apropiadamente la fase y la amplitud, tal como se define en (13) y (14), más arriba.

10 La figura 4 representa una máscara para la conversión de una letra G en un signo "más" (+). Como puede verse por un exámen general de este filtro, las franjas brillantes son en general circular. Representan ceros en el denominador \tilde{u} (la letra G). Las franjas oscuras, que aparecen en general como "uves" a lo largo de los ejes de x e y , con el vértice dirigido al centro, representan ceros en el numerador $\tilde{v}(+)$.

15 Si bien la invención se ha ilustrado y descrito de modo particular con referencia a una forma preferida de ejecución de la misma, se sobrentiende para las personas versadas en la materia que pueden hacerse en ella los indicados y otros cambios de forma y de detalle sin por ello salirse del ámbito ni apartarse del espíritu de la invención.

20 Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 18 de octubre de 1966 con el número 587.507, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

30
346119

16 OCT 1967



N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años son los siguientes:

5

1.- Un método de hacer un filtro del tipo de máscara dotado de una pluralidad de células, cada una de éstas identificada por un juego de índices n y m , para la conversión de una onda que sigue la ecuación de las ondas estacionarias, método que comprende las etapas de: (1) medir un objeto seleccionado, para determinar las características de amplitud en función de una función u ; (2) evaluar la transformada de Fourier de dicho objeto u para cada célula, a los valores $\sqrt{x} = nw$, $\sqrt{y} = mh$, con arreglo a la ecuación

10

15

$$\tilde{u}(nw, mh) = A_{u, nm} e^{i\phi_{u, nm}}$$

donde: w es la anchura de la célula; h es la altura de la célula; $A_{u, nm}$ es la amplitud de la integral de Fourier para el objeto u en la célula nm ; y $\phi_{u, nm}$ es la fase de la integral de Fourier para el objeto u en la célula nm ; (3) evaluar la transformada de Fourier de una imagen v seleccionada, para cada célula, a los valores $\sqrt{x} = nw$, $\sqrt{y} = mh$, con arreglo a la ecuación:

20

25

$$\tilde{v}(nw, mh) = A_{v, nm} e^{i\phi_{v, nm}},$$

donde: w es la anchura de la célula; h es la altura de la célula; $A_{v, nm}$ es la amplitud de la integral de Fourier para la imagen v en la célula nm ; y $\phi_{v, nm}$ es la fase de la integral de Fourier para la imagen v en la célula nm ; (4) dividir los valores $A_{v, nm}$ por $A_{u, nm}$ para obtener el valor

30



$$A_{nm} = A_{vnm} / A_{unm} ,$$

que representa el módulo de la función de filtro para la célula nm; (5) dividir los valores $e^{i\phi_{vnm}} / e^{i\phi_{unm}}$, para obtener el valor

5
$$\phi_{nm} = \phi_{vnm} - \phi_{unm}$$

que representa la fase de la función de filtro para la célula nm; y (6) colocar en la célula nm una tira de una altura y posición tales que den la función de filtro $A_{nm} e^{i\phi_{nm}}$, teniendo dicha tira una transparencia que difiera de la transparencia de la parte restante de la célula.

10

2.- El método de la reivindicación 1, en el cual la etapa 6ª incluye además las de dar a la tira de la célula nm una altura "a" con arreglo a la relación

$$a_{bn} = h \cdot A_{nm} / A_{máx} ,$$

15

y colocar la tira de la célula nm a una distancia "b" del centro de la célula con arreglo a la relación

$$b_{nm} = w \cdot \phi_{nm} / 2 \pi .$$

3.- El método de la reivindicación 2, en el cual las tiras de la etapa 6ª son de una anchura con arreglo a la relación

20

$$a = w / 2 .$$

4.- Un método de hacer un filtro del tipo de máscara para la conversión de una onda que sigue la ecuación de las ondas estacionarias.

25

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

30

346119

16 OCT 1967



Esta Memoria consta de doce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

16 OCT 1967

P.A.

Albornoz
For. 1967

346119

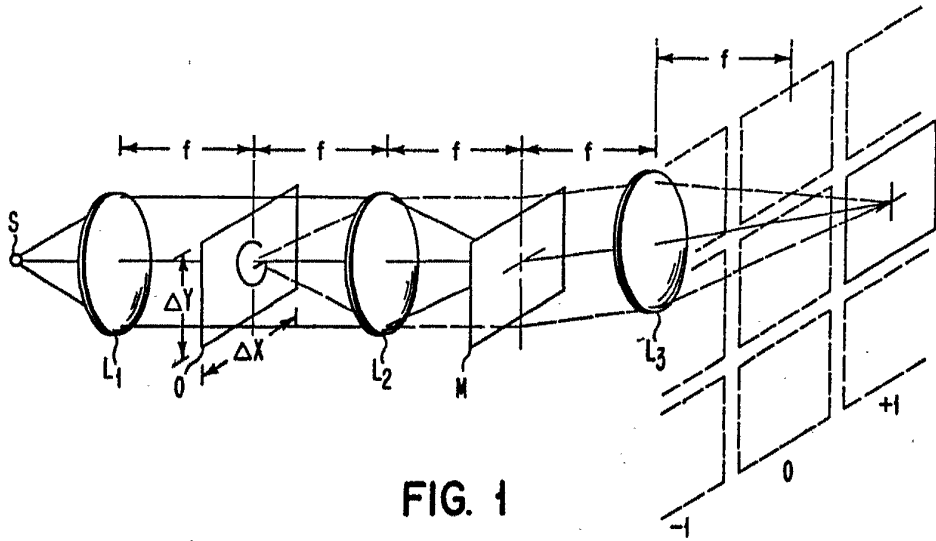


FIG. 1

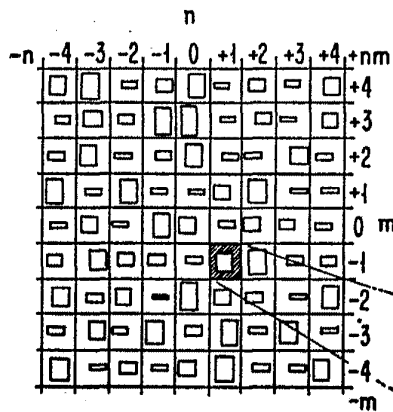
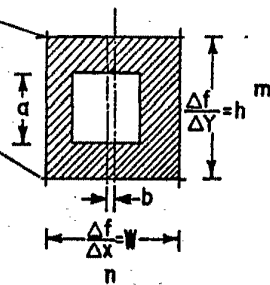


FIG. 2

FIG. 3



346119

Arthur G. ...
 Arthur G. ...
 ...

**POOR
 QUALITY**

16 OCT 1964

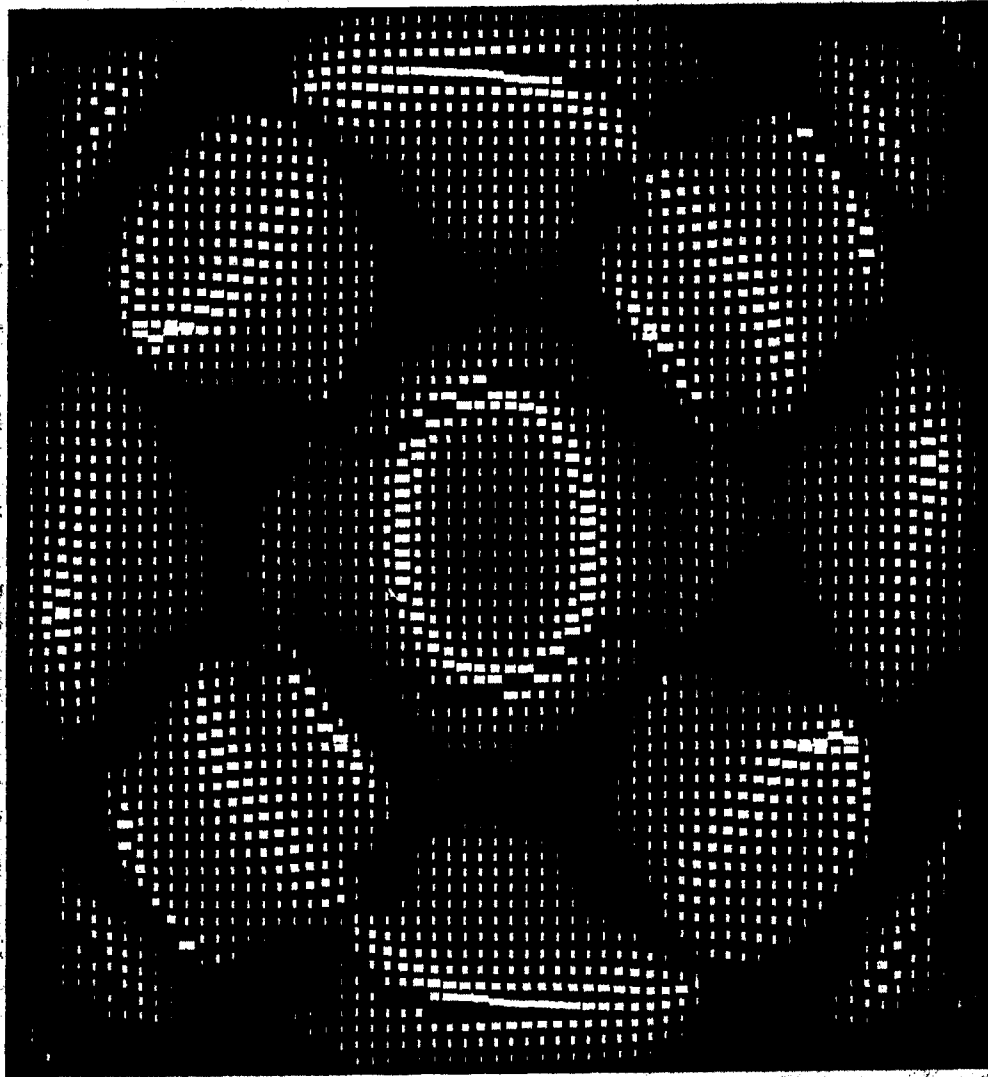


FIG. 4

346119

Albert de E...
Rosa

POOR
QUALITY