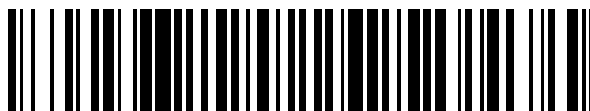


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 014**

51 Int. Cl.:

G06T 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2005 PCT/US2005/035098**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.04.2006 WO06037110**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2005 E 05803820 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 1794714**

54 Título: **Ampliación y marcado de imágenes bidimensionales**

30 Prioridad:

28.09.2004 US 614214 P
15.03.2005 US 81400

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
01.10.2019

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:

ZHOU, MENG YAO

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 726 014 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

Ampliación y marcado de imágenes bidimensionales

5 AVISO DE COPYRIGHT

10 **[0001]** Este documento de patente contiene información sujeta a protección de copyright. El propietario del copyright no tiene ninguna objeción a la reproducción por fax por parte de cualquier persona del documento de patente o la patente, tal como aparece en los archivos o registros de la Oficina de Marcas y Patentes de EE. UU., pero por lo demás se reserva todos los derechos de copyright cualesquiera que fuera.

REFERENCIAS CRUZADAS A SOLICITUDES RELACIONADAS

15 **[0002]** Se reivindica la prioridad de la solicitud provisional de Estados Unidos n.º 60/614 214, presentada el 28 de septiembre de 2004.

ANTECEDENTES DE LA DIVULGACIÓN

20 **[0003]** La divulgación se refiere a la manipulación de imágenes digitales en general, y más particularmente, a la ampliación y el marcado de las imágenes.

25 **[0004]** La manipulación de imágenes digitales describe muchos tipos diferentes de modificaciones y transformaciones que se pueden realizar en las imágenes digitales. Los ejemplos de operaciones de manipulación de imágenes incluyen rotación, aumento, marcado, deformación, detección de bordes y filtrado.

30 **[0005]** En algunas aplicaciones, operaciones tales como la ampliación y el marcado pueden ayudar a un usuario para ver o apreciar los detalles finos de una imagen. La rotación puede ayudar al usuario a comprender una imagen desde una perspectiva determinada, o puede orientar una imagen para un uso específico. En otras aplicaciones, la manipulación de imágenes digitales se puede realizar por diversión, por ejemplo, marcando o ampliando una parte de una imagen para cambiar una expresión facial en una fotografía. Las técnicas de manipulación de imágenes digitales también se utilizan en la industria, en aplicaciones que incluyen reconocimiento de patrones, extracción de características (por ejemplo, en videovigilancia y análisis de movimiento humano), restauración de imágenes, mejora de imágenes, deformación/*morphing* para secuencias animadas por ordenador y procesamiento biomédico de imágenes.

35 **[0006]** Una serie de técnicas de manipulación de imágenes digitales están disponibles comercialmente en forma de software de edición de fotografía. Los dispositivos integrados, como las cámaras digitales y los teléfonos móviles, también tienen la funcionalidad de manipulación de imágenes digitales.

40 BREVE SUMARIO DE LA DIVULGACIÓN

45 **[0007]** De acuerdo con la invención, se proporciona un dispositivo integrado, que comprende: un mecanismo de definición de una región de interés para definir una región de interés (ROI) dentro de una imagen; un mecanismo de transformación para aplicar una transformación no lineal que da como resultado un aumento o marcado a la región de interés mientras se mantiene visible la imagen completa, de manera que el aumento o el marcado dentro de la región de interés varía desde una mayor cantidad en un punto focal de la región de interés hasta una cantidad menor en un borde exterior de la región de interés, en el que el mecanismo de transformación aplica la misma función de transformación no lineal para la ampliación y el marcado; y una interfaz de usuario para recibir selecciones de parámetros de usuario para la transformación de ampliación o marcado no lineal, comprendiendo los parámetros un parámetro que determina si la transformación produce un aumento o marcado y un parámetro que determina una magnitud de la ampliación o marcado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

55 **[0008]** Se describirán modos de realización con referencia a las siguientes figuras de dibujo, en las que los mismos números representan los mismos elementos en todas las figuras, y en los que:

60 La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un dispositivo integrado a modo de ejemplo capaz de realizar transformaciones en una imagen;

la FIG. 2 es una ilustración esquemática de una imagen con una región de interés identificada para la transformación;

65 la FIG. 3 es una imagen de tamaño original de 520x390 píxeles antes de la transformación utilizando el procedimiento ilustrado.

las FIGs. 4-16 ilustran la imagen de la FIG. 3 tal como se transforma de acuerdo con los modos de realización ilustrados que usan diversos parámetros para las transformaciones;

las FIGs. 17-22 ilustran la imagen de la FIG. 3 tal como se transforma mediante los procedimientos de transformación de imagen de la técnica anterior;

la FIG. 23 es un diagrama de bloques de un dispositivo integrado a modo de ejemplo con un microprocesador de enteros capaz de realizar transformaciones en imágenes;

la FIG. 24 es un diagrama de bloques de un dispositivo integrado a modo de ejemplo con un microprocesador de punto flotante capaz de realizar transformaciones en imágenes;

la FIG. 25 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra las tareas involucradas en una implementación de los procedimientos de transformación;

la FIG. 26 es una ilustración de un teléfono móvil con una cámara digital, que ilustra el uso de los procedimientos de transformación en un dispositivo portátil;

la FIG. 27 es una imagen facial de tamaño original de 520x390 píxeles antes de usar procedimientos de transformación de acuerdo con los modos de realización ilustrados; y

las FIGs. 28 y 29 ilustran la imagen de la FIG. 27 como transformada por los procedimientos de transformación, utilizando diversos parámetros.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0009] La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un dispositivo integrado a modo de ejemplo 10, que, en el modo de realización ilustrado, comprende un dispositivo de comunicación móvil inalámbrico. El dispositivo integrado ilustrado 10 comprende un bus de sistema 14, una memoria de dispositivo 16 (que es una memoria principal en el dispositivo ilustrado 10) conectada y accesible por otras partes del dispositivo integrado 10 a través del bus de sistema 14, y las entidades de hardware 18 conectadas al bus del sistema 14. Al menos algunas de las entidades de hardware 18 realizan acciones relacionadas con el acceso y el uso de la memoria principal 16. Las entidades de hardware 18 pueden incluir microprocesadores, ASIC y otro hardware.

[0010] Una entidad gráfica 20 se conecta al bus del sistema 14. La entidad gráfica 20 puede comprender un núcleo o parte de un sistema integrado más grande (por ejemplo, un sistema en un chip (SoC)), o puede comprender un chip gráfico, como un acelerador de gráficos. En el modo de realización ilustrado, la entidad gráfica 20 comprende un conducto de gráficos (no mostrado), un reloj de gráficos 23, una memoria intermedia 22 y una interfaz de bus 19 para interconectar la entidad gráfica 20 con el bus de sistema 14.

[0011] La memoria intermedia 22 contiene datos utilizados en el procesamiento por píxel mediante la entidad gráfica 20. La memoria intermedia 22 proporciona almacenamiento local de datos relacionados con píxeles, como la información de píxeles de las memorias intermedias (no mostradas) dentro de la memoria principal 16.

[0012] En el modo de realización ilustrado, la entidad gráfica 20 es capaz de realizar transformaciones de imagen localizadas en partes de las imágenes. Para ese fin, la entidad gráfica 20 incluye un mecanismo de definición de región de interés 24 para visualizar y permitir que un usuario seleccione una región de interés dentro de una imagen para transformarla y un dispositivo de transformación 26 para realizar la transformación de imagen. Como se muestra, el mecanismo de definición de la región de interés 24 está acoplado a la interfaz de usuario 28 del dispositivo integrado 10. Las transformaciones de imagen que puede realizar el dispositivo integrado 10 se describirán con mayor detalle a continuación. La imagen en la que opera el dispositivo integrado 10 puede almacenarse en la memoria principal 16 del dispositivo integrado 10, en la memoria intermedia 22 del dispositivo integrado o en otro medio legible por máquina que pueda operar con el dispositivo integrado. Además, aunque la entidad gráfica 20 realiza las funciones de transformación en el modo de realización ilustrado, en otros modos de realización, esas funciones pueden ser realizadas por el otro hardware 18.

[0013] La FIG. 2 es una ilustración esquemática de una imagen 50. La imagen 50 tiene una anchura W y una altura H. En el modo de realización ilustrado, la anchura W y la altura H se expresan en unidades de píxeles, aunque se pueden usar otras unidades de medición. La altura H de la imagen 50 se extiende a lo largo del eje y 52 en la FIG. 2, y la anchura W de la imagen se extiende a lo largo del eje x 54. En la FIG. 2, las coordenadas de anchura de la imagen 50 se extienden de 0 a W-1 y las coordenadas de altura se extienden de 0 a H-1, como se muestra.

[0014] La imagen 50 se puede crear originalmente de varias maneras, incluyendo fotografía digital, fotografía de película seguida de digitalización, digitalización de una fuente no fotográfica, e ilustración/representación digital pura. Las implementaciones particulares de los procedimientos de transformación de imágenes que se presentan aquí en

tipos específicos de imágenes y plataformas o sistemas informáticos específicos se describirán con mayor detalle a continuación.

[0015] Los procedimientos de transformación ilustrados en el presente documento permiten la transformación localizada de una imagen. Como se muestra en la FIG. 2, la transformación puede localizarse usando una región de interés definida 56, tal como, por ejemplo, una región circular de radio R centrada en (x_o, y_o) . Más específicamente, la transformación puede localizarse limitándola al área dentro de la región de interés 56. Las coordenadas del centro (x_o, y_o) de la región circular 56 pueden seleccionarse arbitrariamente, y el círculo completo no necesita ubicarse dentro de los límites de la imagen. Aunque la región de interés 56 está ilustrada como un círculo, no necesita ser un círculo, y puede variar en forma y dimensiones. Las regiones de interés de otras formas se describirán con más detalle a continuación.

[0016] La mayoría de las transformaciones de imagen pueden describirse como conjuntos de funciones de transformación matemática representados por conjuntos de ecuaciones matemáticas; estas ecuaciones son descriptivas de las operaciones que se realizan en la imagen, independientemente de la plataforma particular en la que se implementan las transformaciones. Las ecuaciones matemáticas que describen un conjunto a modo de ejemplo de funciones de transformación para el modo de realización ilustrado se indican a continuación como Ecuaciones (1) y (2). Para cada píxel en la imagen 50:

$$x_{out} = \begin{cases} x_o + (x_{in} - x_o) \cdot a \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^k & \text{para de lo} \\ x_{in} & \text{contrario } (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \end{cases}$$

(1)

$$y_{out} = \begin{cases} y_o + (y_{in} - y_o) \cdot a \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^k & \text{para de lo} \\ y_{in} & \text{contrario } (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \end{cases}$$

(2)

[0017] En las ecuaciones (1) y (2), (x_{in}, y_{in}) es la ubicación de píxel de entrada, (x_{out}, y_{out}) es la ubicación de píxel de salida, y los parámetros a y k controlan el tipo de distorsión (es decir, aumento o marcado) y el nivel de aumento o marcado. El parámetro a puede tomar un valor entre cero e infinito; el parámetro k puede tomar un valor entre infinito negativo e infinito. (El efecto de variar los parámetros a y k se describirá con mayor detalle más adelante con respecto a ciertos ejemplos). Como indican las Ecuaciones (1) y (2), los píxeles dentro de la región de interés 56, que es circular en este modo de realización, se transforman, mientras que para todos los demás píxeles, la salida es la misma que la entrada.

[0018] El parámetro a , tal como se indica en las ecuaciones (1) y (2), tiene efectos tanto en la magnitud como en el tipo de distorsión. Si bien las ecuaciones (1) y (2) pueden aplicarse directamente en algunas circunstancias, es útil separar los efectos de magnitud del parámetro a de sus efectos sobre el tipo de distorsión. Esto se puede hacer restringiendo los valores permisibles del parámetro a a valores entre uno e infinito e introduciendo un parámetro binario separado m que determina si la distorsión es ampliación ($m = 0$) o marcado ($m = 1$). Las ecuaciones (3) y (4) ilustran el uso del parámetro binario m :

$$x_{out} = \begin{cases} x_o + (x_{in} - x_o) \cdot a \cdot (-1)^m \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^k & \text{para de lo} \\ x_{in} & \text{contrario } (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \end{cases}$$

(3)

$$y_{out} = \begin{cases} y_o + (y_{in} - y_o) \cdot a \cdot (-1)^m \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^k & \text{para de lo} \\ y_{in} & \text{contrario } (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \end{cases}$$

(4)

[0019] Las ecuaciones (3) y (4) son idénticas en efecto a las ecuaciones (1) y (2), teniendo en cuenta la identidad matemática:

$$a \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^k = \left(\frac{1}{a} \right) \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^{-k} \quad (5)$$

5

$$\frac{1}{a} = a^{-1} \quad 0 < \frac{1}{a} < 1$$

[0020] Si a varía en el rango $1 \leq a < \infty$, $\frac{1}{a}$ varía en el rango $0 < \frac{1}{a} < 1$. Por lo tanto, si a está restringido al rango $1 \leq a < \infty$ y se usa un exponente negativo al configurar $m = 1$ en las ecuaciones (3) y (4), es equivalente a variar a en el rango $0 < a < 1$ en las funciones de transformación originales. De forma alternativa, establecer $m = 0$ para obtener un exponente positivo en las ecuaciones (3) y (4) es equivalente a variar a en el rango $1 \leq a < \infty$ en las funciones de transformación originales. Al ajustar el valor de m , las nuevas funciones de transformación cubren el mismo rango de a que las funciones de transformación originales.

10

[0021] Las ecuaciones (1) - (4) realizan la transformación, independientemente de sus parámetros, tanto en la direcciones horizontal como en la vertical. En un modo de realización alternativo, la transformación se puede aplicar en una sola dirección. En ese caso, un conjunto a modo de ejemplo de funciones de transformación para una transformación dimensional a lo largo de la horizontal es:

15

$$x_{out} = \begin{cases} x_o + (x_{in} - x_o) \cdot a & \text{para de lo contrario} \\ (-1)^m \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2}{d^2} \right]^k & |x_{in} - x_o| \leq d \end{cases} \quad (6)$$

20

$$y_{out} = y_{in} \quad (7)$$

y un conjunto a modo de ejemplo de funciones de transformación para la transformación unidimensional a lo largo de la vertical son:

25

$$x_{out} = x_{in} \quad (8)$$

$$y_{out} = \begin{cases} y_o + (y_{in} - y_o) \cdot a & \text{para de lo contrario} \\ (-1)^m \left[1 - \frac{(y_{in} - y_o)^2}{d^2} \right]^k & |y_{in} - y_o| \leq d \end{cases} \quad (9)$$

en la que d es la mitad de la anchura o altura de la región de interés. El efecto de las ecuaciones de transformación (3) y (4) y los valores de los parámetros a , k y m se entienden mejor en vista de los siguientes dos ejemplos.

Ejemplo 1: $a = 2$, $k = 1$, $m = 0$

[0022] Cuando los tres parámetros en las ecuaciones (3) y (4) se establecen como se ha indicado anteriormente, las ecuaciones (3) y (4) se reducen a:

35

$$x_{out} = \begin{cases} x_o + (x_{in} - x_o) \cdot 2 & \text{para de lo contrario} \\ \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right] & (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \end{cases} \quad (10)$$

$$y_{out} = \begin{cases} y_o + (y_{in} - y_o) \cdot 2 & \text{para de lo contrario} \\ \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right] & (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \end{cases} \quad (11)$$

40

[0023] Las ecuaciones (10) y (11) producen una imagen ampliada con una potencia de aumento máxima de dos. En el centro de la región de interés 56, donde $(x_{in}, y_{in}) = (x_o, y_o)$, el término exponencial es igual a dos; por lo tanto, el centro se amplía en un factor de dos. Sin embargo, en el borde de la región de interés 56, donde $(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 = R^2$, el término exponencial es igual a uno; por lo tanto, los píxeles a lo largo del borde no están ampliados. El efecto general de las ecuaciones (10) y (11) es proporcionar una potencia de aumento de dos en el centro de la región de interés 56, que disminuye gradualmente a medida que aumenta la distancia desde el centro de la región de interés 56.

[0024] La FIG. 3 es una imagen en formato RGB con un tamaño de imagen original de 520x390 píxeles. La FIG. 4 es la imagen transformada de la FIG. 3, que ilustra la aplicación de las Ecuaciones (10) y (11) utilizando los parámetros del Ejemplo 1 con un radio de ampliación de 100 píxeles.

Ejemplo 2: $a=2, k=1, m=1$

[0025] Cuando los tres parámetros en las ecuaciones (3) y (4) se establecen como se ha indicado anteriormente, las ecuaciones (3) y (4) se reducen a:

$$x_{out} = \begin{cases} x_o + (x_{in} - x_o) \cdot 2 \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right] & \text{para de lo contrario } (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \\ x_{in} & \text{contrario} \end{cases} \quad (12)$$

$$y_{out} = \begin{cases} y_o + (y_{in} - y_o) \cdot 2 \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right] & \text{para de lo contrario } (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \\ y_{in} & \text{contrario} \end{cases} \quad (13)$$

[0026] Las ecuaciones (12) y (13) producen una imagen localmente marcada con un factor de marcado máximo de dos. En el centro de la región de interés 56, el término exponencial es igual a la mitad; por lo tanto, el centro se marca en un factor de dos. En el borde de la región de interés 56, el término exponencial es igual a uno; por lo tanto, los píxeles en el borde de la región de interés 56 no están marcados. El efecto general de las ecuaciones (12) y (13) es proporcionar una potencia de marcado de dos en el centro de la región de interés 56, que disminuye gradualmente a medida que aumenta la distancia desde el centro de la región de interés 56. La FIG. 12 ilustra una imagen transformada con estos parámetros.

[0027] La tabla 1 siguiente presenta los resultados de varios ejemplos adicionales, que ilustran el uso y la selección de los parámetros a, k y m para las ecuaciones (3) y (4). Todos los ejemplos que se presentan a continuación utilizan la duplicación de píxeles contiguos más cercanos, aunque otros procedimientos, como la interpolación, podrían usarse para rellenar los píxeles en las imágenes ampliadas. El tamaño de la imagen y el radio y la ubicación de la región de interés en los ejemplos que se presentan a continuación son los mismos que los de los Ejemplos 1 y 2. En la Tabla 1, ciertos ejemplos son duplicados de otros, pero se presentan, no obstante, para facilitar la referencia.

TABLA 1: Ejemplos

Ejemplo n.º	a	k	m	Figura de resultado
1	2	1	0	FIG. 4
2	2	1	1	FIG. 12
3	1,5	1	0	FIG. 5
4	3	1	0	FIG. 6
5	2	1,5	0	FIG. 7
6	2	2	0	FIG. 8
7	2	3	0	FIG. 9
8	1	1	1	FIG. 10 (igual que la imagen sin transformar de la FIG. 3)
9	1,5	1	1	FIG. 11
10 (igual que el ejemplo 2)	2	1	1	FIG. 12
11	3	1	1	FIG. 13
12	2	1,5	1	FIG. 14

Ejemplo n.º	a	k	m	Figura de resultado
13	2	2	1	FIG. 15
14	2	3	1	FIG. 16

[0028] En general, los ejemplos presentados anteriormente muestran que a medida que el valor de los k parámetros aumenta con los valores de a y m mantenidos constantes, la transición entre el punto de mayor ampliación o marcado y los puntos de menos de ampliación o marcado se vuelve más suave y más gradual. Por lo tanto, el parámetro k puede interpretarse como una determinación del tamaño y el grado de distorsión de la región de transición entre las áreas más distorsionadas de la imagen.

[0029] Los ejemplos presentados anteriormente muestran también que a medida que el valor del parámetro a aumenta con los valores de k y m mantenidos constantes, la potencia máxima de la ampliación o el marcado aumenta.

[0030] La tabla 1 muestra el efecto de variar los parámetros a , k y m en la imagen transformada. Sin embargo, hay dos casos en los que la imagen de salida es la misma que la imagen de entrada. El primer caso es cuando $a=1$, $k=1$, y $m=0$. El segundo caso es cuando $a=1$, $k=1$, y $m=1$.

[0031] Además de los ejemplos presentados anteriormente, ciertos ejemplos comparativos se prepararon usando el programa de edición de imagen ADOBE PHOTOSHOP® y sus operaciones de ESFERIZAR y MARCADO. Seis casos podrían aproximarse utilizando el software convencional. Estos se presentan en la Tabla 2.

TABLA 2: Ejemplos comparativos

Ejemplo comparativo n.º	Operaciones de PHOTOSHOP®	Figura	Comparar con el ejemplo
C1	ESFERIZAR 100 % y a continuación 75%	FIG. 17	Ejemplo 1 ($a=2$, $k=1$, $m=0$)
C2	ESFERIZAR 100 % y a continuación 38 %	FIG. 18	Ejemplo 5 ($a=2$, $k=1,5$, $m=0$)
C3	ESFERIZAR 90 %	FIG. 19	Ejemplo 3 ($a=1,5$, $k=1$, $m=0$)
C4	MARCADO 90%	FIG. 20	Ejemplo 10 ($a=2$, $k=1$, $m=1$)
C5	MARCADO 70 %	FIG. 21	Ejemplo 12 ($a=2$, $k=1,5$, $m=1$)
C6	MARCADO 50%	FIG. 22	Ejemplo 9 ($a=1,5$, $k=1$, $m=1$)

[0032] Dos de los seis ejemplos comparativos, los ejemplos C1 y C2, requirieron dos operaciones PHOTOSHOP® para producir un efecto comparable. (Aunque es comparable, el efecto creado por el software PHOTOSHOP® no fue idéntico, como se puede ver en las figuras). Por lo tanto, una ventaja de estos procedimientos de transformación es que se pueden requerir menos operaciones de transformación para producir un efecto deseado. Estos procedimientos de transformación también parecen proporcionar un poco más de aumento y marcado en el centro de la región de transformación.

[0033] En los ejemplos anteriores, todos los cuales utilizan las ecuaciones (3) y (4), el área en la que se realiza la transformación es circular. Sin embargo, el área de la transformación no necesita ser circular, y puede elegirse dependiendo de la aplicación, siempre que se usen las ecuaciones apropiadas para la transformación. Por ejemplo, las ecuaciones (14) y (15) siguientes proporcionan una transformación en un área elíptica. En las ecuaciones (14) y (15), dos parámetros adicionales, b y c , describen los ejes mayor y menor de la elipse, es decir, su anchura y altura. (Sin embargo, los parámetros b y c no son iguales por sí mismos a los ejes mayor y menor de la elipse. El eje mayor es igual a $2bR$ y el eje menor es igual a $2cR$.)

$$x_{out} = \begin{cases} x_o + (x_{in} - x_o) \cdot a & \text{para de lo contrario} \\ (-1)^m \left[1 - \frac{b(x_{in} - x_o)^2 + c(y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^k & \text{para de lo contrario} \end{cases} \quad b(x_{in} - x_o)^2 + c(y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \quad (14)$$

$$y_{out} = \begin{cases} y_o + (y_{in} - y_o) \cdot a & \text{para de lo contrario} \\ (-1)^m \left[1 - \frac{b(x_{in} - x_o)^2 + c(y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^k & \text{para de lo contrario} \end{cases} \quad b(x_{in} - x_o)^2 + c(y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \quad (15)$$

[0034] En modos de realización en los que el área de la transformación o la región de interés no es una forma geométrica con un centro fácilmente situado, puede elegirse un punto focal arbitrario. Incluso cuando la región de interés 56 tiene un centro geométrico de fácil localización, se puede elegir un punto focal diferente (no de ubicación conjunta).

[0035] Los procedimientos de transformación ilustrados pueden implementarse para funcionar en un sistema informático de capacidades limitadas, tales como un microprocesador de enteros. Los microprocesadores enteros se utilizan comúnmente en dispositivos móviles, como teléfonos móviles, teléfonos móviles con cámaras digitales y otros dispositivos informáticos portátiles. Si bien los microprocesadores enteros típicamente incluyen un emulador matemático de coma flotante (es decir, decimal), puede ser más lentos y puede ser computacionalmente caro usar el emulador. Las transformaciones pueden implementarse utilizando aritmética de enteros.

[0036] En la implementación de ecuaciones de transformación, tales como las ecuaciones (3) y (4) en un microprocesador de enteros, surgen dos consideraciones: el cálculo de las funciones de potencia en esas ecuaciones usando solamente la aritmética de enteros, y el orden de las operaciones a fin de evitar número desbordamiento de enteros (es decir, la condición en la que un número calculado excede el número entero más grande que puede manejar el microprocesador).

[0037] La FIG. 23 es un diagrama de bloques de un dispositivo integrado a modo de ejemplo 60 que está adaptado para realizar las transformaciones descritas anteriormente utilizando aritmética de enteros. El dispositivo integrado 60 incluye una memoria principal 16 conectada a un bus del sistema 14, una entidad gráfica 66 conectada por una interfaz 19 al bus del sistema 14, y un microprocesador de enteros 61 conectado al bus del sistema 14. El dispositivo integrado 60 también incluye un facilitador de operaciones de transformación 62 conectado al microprocesador. Se incluye un facilitador de operaciones de enteros 64 dentro del facilitador de operaciones de transformación 62.

[0038] El facilitador operaciones de transformación 62 calcula las funciones de potencia de las ecuaciones (3) y (4) y lleva a cabo las otras operaciones de transformación de una manera compatible con el microprocesador 61. El facilitador de operaciones de enteros 64 garantiza que todos los cálculos necesarios se realicen utilizando aritmética de enteros con un orden de cálculo que evite el desbordamiento de enteros en el microprocesador de enteros 61. (Las funciones de ambos componentes 62, 64 y los cálculos que se realizan se describirán a continuación con más detalle). Una ventaja de un dispositivo integrado como el dispositivo 60 es que no se utiliza un emulador de punto flotante, lo cual hace que las transformaciones sean más eficientes en el microprocesador de enteros 61. El facilitador de operaciones de transformación 62 y el facilitador de operaciones de enteros 64 pueden implementarse en hardware, en software, en una combinación de hardware y software, o de cualquier otra forma compatible con el microprocesador 61.

[0039] Aunque se ilustra en la FIG. 23, la entidad gráfica 66 no necesita estar incluida en el dispositivo integrado 60.

[0040] Con el fin de calcular las funciones de potencia en las ecuaciones (3) y (4), en el modo de realización ilustrado, se utiliza una expansión en serie de Taylor de la función. Para una función de potencia arbitraria, la expansión de la serie de Taylor viene dada por la Ecuación (16):

$$a^n = 1 + (\ln a)n + \frac{(\ln a)^2}{2!}n^2 + \frac{(\ln a)^3}{3!}n^3 + \dots + \frac{(\ln a)^k}{k!}n^k + \dots \quad (16)$$

[0041] Al igual que en cualquier uso de una serie de Taylor, la aproximación se hace más precisa a medida que se añaden más términos. Sin embargo, mientras más términos de una serie de Taylor se utilicen, más costoso computacionalmente será el proceso. Además, los términos sucesivos de una serie de Taylor añaden cantidades cada vez más decrecientes de precisión al resultado final. Por lo tanto, el número de términos de la serie de Taylor que se utilizan para calcular la función de potencia dependerá de la precisión deseada, así como de la potencia de cálculo disponible. En una implementación, que se describirá a continuación con mayor detalle, se encontró que los primeros cuatro términos de la serie de Taylor brindan suficiente precisión sin requerir una potencia de cálculo indebida. Usando los primeros cuatro términos de la serie con $a=2$, la Ecuación (16) anterior se reduce a la Ecuación (17):

$$2^n \cong 1 + (\ln 2)n + \frac{(\ln 2)^2}{2!}n^2 + \frac{(\ln 2)^3}{3!}n^3 \quad (17)$$

[0042] Aunque la Ecuación (17) no contiene términos estrictamente enteros, los términos no enteros se pueden convertir en enteros con el propósito de realizar los cálculos. Por ejemplo, el logaritmo natural de 2 puede multiplicarse por 2^{23} (es decir, desplazarse 23 bits a la izquierda) para dar como resultado el número entero 5767168. Los resultados de los cálculos pueden desplazarse posteriormente (es decir, dividirse por 2^{23}) para eliminar el efecto del multiplicador. En general, se utilizan grandes factores de 2 para preservar la precisión preservando una cantidad de dígitos significativos; se pueden usar factores más pequeños si se desea una menor precisión. Además, aunque se puede usar cualquier factor entero grande al convertir números de punto flotante en enteros, en el modo de realización

ilustrado se usan factores de 2, de modo que las operaciones de multiplicación relativamente lentas pueden reemplazarse por operaciones de desplazamiento de bits relativamente rápidas.

[0043] A continuación se presenta una muestra del código de implementación para un microprocesador de 32 bits usando la expansión de serie de Taylor de cuarto plazo de la ecuación (17) y un multiplicador de conversión de 2^{23} números enteros para la operación de ampliación para el caso en que $a=2$, $k=1$, y $m=0$:

```
int32 r, xo, yo, xin, xout, yin, yout, rSq, k1, k2, xy, factor;
    rSq = r * r;
10    k1 = 5767168 / r;
    k2 = 2048 / r;
    xy = (xin - xo) * (xin - xo) + (yin - yo) * (yin - yo);
    factor = 8388608 + (5767168 - (xy * k1) / r) +
15        (2048 - (xy * k2) / r) * (1024 - ((xy * k2) >> 1) / r)
        +
        (128 - (xy * 128) / rSq) * (64 - (xy * 64) / rSq) *
        (64 - (xy * 64) / rSq);
    xout = xo + ((factor * (xin - xo)) >> 23);
    yout = yo + ((factor * (yin - yo)) >> 23);
20
```

[0044] En el fragmento de código anterior, 8388608 es 1×2^{23} , y las operaciones están clasificadas a fin de evitar desbordamiento de enteros en el microprocesador de 32 bits. El valor de la serie de Taylor se calcula como un factor multiplicativo, se multiplica por la diferencia entre la ubicación del píxel de entrada y el centro de la región de transformación, y se agrega a la ubicación del centro de la región de transformación. Una operación de cambio al final elimina el efecto del multiplicador 2^{23} . Estas operaciones se realizan en cada píxel de entrada en la región de interés.

[0045] En general, la diferencia entre la ampliación y las transformaciones de ampliación y marcado se encuentra en el signo (es decir, suma frente a resta) de ciertas operaciones. El código para la operación de marcado para el caso en el que $a=2$, $k=1$ y $m=1$ es el siguiente:

```
int32 r, xo, yo, xin, xout, yin, yout, rSq, k1, k2, xy, factor;
    rSq = r * r;
    k1 = 5767168 / r;
    k2 = 2048 / r;
35    xy = (xin - xo) * (xin - xo) + (yin - yo) * (yin - yo);
    factor = 8388608 - (5767168 - (xy * k1) / r) +
        (2048 - (xy * k2) / r) * (1024 - ((xy * k2) >> 1) / r)
        (128 - (xy * 128) / rSq) * (64 - (xy * 64) / rSq) *
        (64 - (xy * 64) / rSq);
40    xout = xo + ((factor * (xin - xo)) >> 23);
    yout = yo + ((factor * (yin - yo)) >> 23);
```

[0046] Se descubrieron los fragmentos de código anteriores para proporcionar resultados en tiempo real en un microprocesador de enteros de 32 bits ARM926EJ-S. Aunque este modo de realización descrito está codificado en C e implementado en un microprocesador de 32 bits, otros modos de realización pueden codificarse en cualquier lenguaje de programación, incluyendo C, C++, Java, J++ y ensamblador, pueden implementarse en microprocesadores de cualquier capacidad, incluyendo microprocesadores de 64 bits y microprocesadores de 128 bits, y pueden utilizar cualquier valor de los parámetros a , k y m . Las implementaciones no necesitan usar aritmética de solo enteros y no necesitan ordenarse para evitar el desbordamiento de enteros. Si estos procedimientos se implementan en un microprocesador de enteros, pueden proporcionarse como funciones de procesamiento de imágenes en un teléfono móvil con una cámara digital u otros dispositivos electrónicos portátiles. También debe entenderse que estos procedimientos pueden implementarse en software, hardware o cualquier combinación de software y hardware en un microprocesador, un ASIC o cualquier otra plataforma con capacidad informática suficiente para implementarlos.

[0047] La FIG. 24 es un diagrama de bloques de un dispositivo integrado a modo de ejemplo 70 que está adaptado para realizar las transformaciones descritas anteriormente utilizando aritmética de punto flotante. Los componentes del dispositivo integrado 70 son en general similares a los del dispositivo integrado 60, y por lo tanto, la descripción anterior será suficiente con respecto a los componentes similares. A diferencia del dispositivo integrado 60, el dispositivo integrado 70 incluye un microprocesador de punto flotante 72. El dispositivo integrado 70 también incluye un facilitador de operaciones de transformación 74 acoplado al microprocesador de punto flotante 72, pero el facilitador de operaciones de transformación 74 no tiene un facilitador de operaciones de números enteros. Los cálculos se realizan en el dispositivo integrado 70 usando números de punto flotante, omitiendo, por ejemplo, las tareas de conversión de los términos de las ecuaciones (3) y (4) a números enteros. Aunque una implementación de solo enteros de los procedimientos de transformación ilustrados funcionaría correctamente si se realiza en un dispositivo integrado 70, es ventajoso hacer uso de las capacidades de punto flotante del microprocesador 72.

[0048] La FIG. 25 es un diagrama de flujo más general que ilustra un procedimiento 100 para aplicar una ampliación localizada o marcar una imagen. El procedimiento 100 puede implementarse en cualquier plataforma capaz de realizar los cálculos necesarios.

[0049] El procedimiento 100 comienza con el procesamiento de la imagen de entrada en S102 y el control pasa a S104. En S104, se selecciona la región de interés en la imagen de entrada. La región de interés se define típicamente por una forma geométrica (como los círculos y las elipses descritos anteriormente), aunque se puede usar una región geométrica arbitraria si los cálculos de la transformada se modifican adecuadamente. En S104, el usuario seleccionaría el centro y el radio u otras dimensiones de la región de interés. Una vez que se selecciona la región de interés, el procedimiento 100 continúa con S106, en el que se selecciona un píxel de la imagen de entrada. Siguiendo a S106, el procedimiento 100 continúa con S108, una tarea de decisión en la que se determina si el píxel seleccionado está o no en la región de interés. Si el píxel seleccionado está en la región de interés (S108: SÍ), ese píxel se transforma en S114 realizando una o más de las operaciones descritas anteriormente y se genera un píxel de salida resultante de una imagen de salida. Si el píxel seleccionado no se encuentra en la región de interés (S108: NO), el control del procedimiento 100 se transfiere a S110, en el que se determina si quedan otros píxeles en la imagen de entrada. Si quedan otros píxeles en la imagen (S110: SÍ), el control del procedimiento 100 vuelve a S106. Si no quedan otros píxeles en la imagen (S110: NO), el control pasa a S112. En S112, se puede realizar cualquier interpolación o replicación de píxeles faltantes en la imagen de salida necesaria para crear una imagen de salida transformada completa. (En los casos más simples, cualquier duplicación de píxeles necesaria puede realizarse mediante la duplicación del contiguo más cercano). Cualquier otra tarea requerida para crear una imagen completa y visible también se puede realizar en S112, incluida la escritura de la información de cabecera para el archivo de imagen de salida. Una vez que se completa S112, el procedimiento 100 termina y regresa a S116.

[0050] En parte de la descripción anterior, se ha supuesto que la imagen a ser transformada está en el formato RGB (rojo-verde-azul), en el que cada píxel de la imagen tiene un valor para el contenido de rojo de ese píxel, un valor para el contenido verde, y un valor para el contenido azul. Sin embargo, los procedimientos de transformación ilustrados se pueden usar directamente en otros formatos de imagen sin convertir primero a RGB. Esto es ventajoso porque aunque las imágenes en formato RGB son relativamente fáciles de transformar, son más difíciles de comprimir y, en general, consumen más espacio de almacenamiento.

[0051] Otros dos formatos de imagen comunes son YCbCr y YCrCb. Mientras que en una imagen RGB, los datos se almacenan en términos de los valores de color rojo, verde y azul para cada píxel, los formatos YCbCr e YCrCb almacenan los datos de imagen registrando los valores de luminancia (Y) y crominancia (Cb, Cr) para cada píxel. Los formatos YCbCr y YCrCb son populares porque se usan en el formato de archivo de imagen JPEG común.

[0052] La capacidad de operar en imágenes RGB, YCbCr e YCrCb es ventajosa si las transformaciones de imagen se implementan en un dispositivo portátil, como una cámara digital, porque los tres formatos pueden ser utilizados en una cámara digital. Esto se debe a la forma en que se crean y procesan las imágenes digitales.

[0053] Por ejemplo, la mayoría de los sensores de imagen de cámaras digitales se componen de células individuales del sensor que son sensibles a una sola de luz roja, verde o azul, no a la luz de los tres colores. Por lo tanto, las células individuales típicamente se despliegan en un patrón, llamado patrón de Bayer, en el cual las células sensibles al verde se dispersan y alternan con células sensibles al rojo y al azul. En los productos de consumo, las células verdes en general predominan porque el sistema visual humano es más sensible al verde, y la inclusión de más células verdes tiende a aumentar la calidad de imagen percibida. En un patrón típico de Bayer, un conjunto de 16 células sensoras puede incluir 8 células verdes, 4 células rojas y 4 células azules dispuestas aproximadamente en un patrón de tablero de ajedrez. Cuando una imagen es tomada por un dispositivo digital que usa células de un solo color en un patrón de Bayer, la imagen sin procesar se interpola típicamente de modo que cada píxel tiene un valor rojo, un valor verde y un valor azul y se almacena, al menos en una etapa intermedia de procesamiento, como imagen RGB. La imagen también se puede convertir a YCbCr o YCrCb para compresión y almacenamiento.

[0054] Aunque las imágenes en formatos YCbCr y YCrCb pueden procesarse directamente mediante la aplicación de las transformaciones descritas anteriormente, hay algunas circunstancias en las cuales se puede realizar tareas adicionales, por ejemplo, con imágenes submuestreadas YCbCr y YCrCb. En una imagen submuestreada, algunos valores de crominancia se descartan o se submuestran para reducir el tamaño del archivo. Por ejemplo, en el formato H2V1 YCbCr 4:2:2 común, las columnas de píxeles se submuestran, pero las filas de píxeles no se ven afectadas. En este esquema de submuestreo, si las columnas están numeradas desde cero, solo las columnas pares tienen el componente Cb y solo las columnas impares tienen el componente Cr. Otro formato de submuestreo es el formato YCbCr 4:2:0, en el que cada matriz de 2x2 píxeles comparte un solo valor de Cb y un solo valor de Cr. El formato YCrCb es en general el mismo que YCbCr, excepto que el orden de los componentes Cb y Cr se invierte.

[0055] Los procedimientos de transformación descritos anteriormente se pueden aplicar directamente a los formatos de YCbCr y YCrCb submuestreados, aunque hacerlo así puede no dar como resultado una imagen final con componentes Cb y Cr con alternancia correcta. Para solucionar este problema, se puede crear una imagen temporal sin suscribirse (YCbCr 4:4:4 o YCrCb 4:4:4) a partir de la imagen de submuestreada considerando pares de píxeles

adyacentes y duplicando los valores apropiados de Cb y Cr para que cada píxel tenga un valor de Cb y Cr. Para fines de almacenamiento después de la transformación, los valores de Cb y Cr adicionales pueden descartarse. Las pruebas realizadas por el inventor no mostraron diferencias visuales perceptibles entre el resultado procesado de una imagen RGB y el resultado procesado de esa misma imagen en formatos YCbCr e YCrCb.

[0056] La FIG. 26 muestra un modo de realización de un teléfono móvil 200 con una cámara digital 202. El teléfono móvil 200 y su cámara digital 202 incluyen la región de interés que define el mecanismo 24 y el dispositivo de transformación 26 de la FIG. 1, u otros mecanismos para realizar transformaciones de imagen como se describe en el presente documento. En uso típico, un usuario tomaría una imagen digital utilizando la cámara digital 202 del teléfono móvil 200, y luego usaría las capacidades de procesamiento del teléfono móvil 200 para realizar una transformación. Como se muestra en la FIG. 26, se visualiza una imagen digital 204 en la pantalla de visualización 206 del teléfono móvil 200. (Típicamente, la pantalla de visualización 206 es una pantalla de cristal líquido relativamente pequeña impulsada por la entidad gráfica 20, aunque se pueden usar otros tipos de pantallas de visualización 206). Como se muestra, la imagen 204 se ha transformado por ampliación local de una región de interés 208. Un menú superpuesto o desplegable 214 temporalmente superpuesto en la imagen 204 puede proporcionar instrucciones para cambios en el tipo y la magnitud de la transformación. Por ejemplo, se le puede pedir al usuario que use las teclas de flecha 210 del teléfono móvil 204 para mover la región de interés 208. (Si la región de interés 208 se mueve, la transformación se repetirá, centrada en un nuevo punto focal, ejecutando un procedimiento como el procedimiento 100 nuevamente). También se le puede indicar al usuario que se puede usar alguna combinación de teclas de número/letra 212 para cambiar el nivel de aumento/marcado, cambiar entre aumento y marcado, o usar ambos en la misma imagen 204. (En cuyo caso, un procedimiento como el procedimiento 100 se repetiría con nuevos parámetros). Dependiendo de la implementación, el usuario puede o no ser capaz de modificar directamente los valores de los parámetros a , k y m ; en algunos modos de realización, el usuario puede simplemente modificar configuraciones como el "factor de ampliación", cuyos valores se asignan a valores de parámetros particulares.

[0057] Dependiendo de la implementación, los parámetros de la transformación pueden ser codificados o preconfigurados en el dispositivo, de modo que la transformación siempre dé como resultado, por ejemplo, una ampliación sobre el mismo punto predeterminado con el mismo radio de transformación. Esto puede ser útil en aplicaciones de análisis de imágenes con una cantidad de imágenes similares.

[0058] Una ventaja de la implementación mostrada en la FIG. 26 es que el usuario se presenta con detalles al tiempo que conserva el contexto de la imagen en su conjunto. Mientras que en un esquema de ampliación de transformación lineal tradicional, el usuario típicamente vería solo una parte de la imagen en la pantalla y se desplazaría para cambiar la parte visible, perdiendo así la vista de toda la imagen, la ampliación localizada mantiene visible la imagen completa 204 mientras se amplía una región deseada 208. Esto puede aumentar la eficiencia del usuario al disminuir la cantidad de tiempo que un usuario pasa cambiando la ampliación de la imagen y desplazándose para ver la imagen completa.

[0059] Las transformaciones también pueden aplicarse a las imágenes para crear efectos artísticos. Además, las transformaciones ilustradas pueden implementarse en dispositivos portátiles como el teléfono móvil 200 para estos fines. Por ejemplo, las FIGs. 27-29 muestran el efecto de estos procedimientos de transformación en una imagen facial. La FIG. 27 es una imagen facial original, sin modificar. La FIG. 28 ilustra la imagen de la FIG. 27 después de ampliar una región circular de radio de 60 píxeles localizada alrededor de la boca utilizando los parámetros $a=2$, $k=3$ y $m=0$. La FIG. 29 ilustra la imagen de la FIG. 27 después de marcar una región circular de radio de 70 píxeles localizada alrededor de la nariz utilizando los parámetros $a=2$, $k=1$ y $m=1$. Las combinaciones de transformaciones realizadas en la misma imagen pueden producir efectos adicionales.

[0060] Cada elemento descrito anteriormente puede implementarse con un procesador de hardware junto con el software de ejecución de la memoria del ordenador, o con hardware especializado para llevar a cabo la misma funcionalidad. Cualquier dato manejado en dicho procesamiento o creado como resultado de dicho procesamiento puede almacenarse en cualquier tipo de memoria disponible para el artesano. A modo de ejemplo, dichos datos pueden almacenarse en una memoria temporal, como en una memoria de acceso aleatorio (RAM). Además, o de forma alternativa, dichos datos pueden almacenarse en dispositivos de almacenamiento a más largo plazo, por ejemplo, discos magnéticos, discos ópticos regrabables, etc. Para los fines de la divulgación en el presente documento, un medio legible por ordenador puede comprender cualquier forma de mecanismo de almacenamiento de datos, incluidas las diferentes tecnologías de memoria, así como las representaciones de hardware o circuito de dichas estructuras y de dichos datos.

[0061] Mientras que se describen ciertos modos de realización ilustrados, las palabras que se han utilizado en el presente documento son palabras de descripción en lugar de palabras de limitación. Se pueden hacer cambios, por ejemplo, dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo integrado, que comprende:

5 Un mecanismo de definición de una región de interés para definir una región de interés dentro de una imagen;

10 un mecanismo de transformación para aplicar una transformación no lineal que da como resultado un aumento o marcado a la región de interés mientras se mantiene visible la imagen completa, de manera que el aumento o el marcado dentro de la región de interés varía desde una mayor cantidad en un punto focal de la región de interés hasta una cantidad menor en un borde exterior de la región de interés, en el que el mecanismo de transformación aplica la misma función de transformación no lineal para aumento o marcado; y

15 una interfaz de usuario para recibir selecciones de parámetros de usuario para la ampliación no lineal o la transformación de marcado, comprendiendo los parámetros un parámetro que determina si la transformación produce un aumento o marcado y un parámetro que determina una magnitud de la ampliación o marcado.

20 2. El dispositivo integrado de la reivindicación 1, en el que la interfaz de usuario está acoplada al mecanismo de definición de la región de interés.

25 3. El dispositivo integrado de la reivindicación 1, que comprende además una entidad gráfica, en el que el mecanismo de definición de región de interés y el mecanismo de transformación están acoplados a la entidad gráfica.

4. El dispositivo integrado de la reivindicación 3, que comprende adicionalmente:

30 un bus de sistema;

una memoria principal; y

una pantalla de visualización acoplada a la entidad gráfica;

35 en el que la memoria principal y la entidad gráfica están acopladas al bus del sistema.

5. El dispositivo integrado de la reivindicación 2, en el que el dispositivo integrado es un teléfono móvil.

40 6. El dispositivo integrado de la reivindicación 5, en el que el teléfono móvil incluye una cámara digital.

7. El dispositivo integrado de la reivindicación 1, en el que la transformación no lineal utiliza solo aritmética de enteros.

45 8. El dispositivo integrado de la reivindicación 1, en el que cuando la región de interés definida por el mecanismo de definición de la región de interés tiene una dimensión más pequeña que la imagen en sí misma, los píxeles que no están dentro de la región de interés no se transforman mediante el mecanismo de transformación.

9. El dispositivo integrado de la reivindicación 1, en el que el mecanismo de definición de la región de interés comprende una opción de forma elíptica para definir una región de forma elíptica de interés.

50 10. El dispositivo integrado de la reivindicación 1, en el que el mecanismo de definición de la región de interés comprende una opción de forma circular para definir una región de forma circular de interés.

55 11. El dispositivo integrado de la reivindicación 10, en el que la transformación de aumento o marcado no lineal realizada por el mecanismo de transformación se representa mediante las ecuaciones (1) y (2) a continuación:

$$x_{out} = \begin{cases} x_o + (x_{in} - x_o) \cdot a & \text{para de lo } (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \\ (-1)^m \cdot \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^k & \text{contrario} \end{cases}$$

(1)

$$y_{out} = \begin{cases} y_o + (y_{in} - y_o) \cdot a & \text{para de lo } (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2 \\ y_{in} & \text{contrario} \end{cases} \quad (-1)^m \cdot \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^k \quad (2)$$

donde x_{in} y y_{in} son coordenadas de ubicación para un píxel de entrada dentro de la región de interés, x_o e y_o son coordenadas de ubicación para el centro de la región circular de interés, R es el radio de la región de interés, x_{out} e y_{out} son coordenadas de ubicación para un píxel de salida, a es un parámetro indicativo de la mayor cantidad, m es un parámetro binario indicativo de si la transformación produce ampliación o marcado, y k es un parámetro indicativo del grado de suavidad y continuidad en una región de transición de imagen entre las áreas de la región de interés influenciadas por la mayor cantidad y las áreas de la región de interés influenciadas por la menor cantidad.

12. El dispositivo integrado de la reivindicación 7, en el que el mecanismo de transformación realiza cálculos en un orden predeterminado de cálculo para evitar el desbordamiento de enteros.
13. El dispositivo integrado de la reivindicación 1, en el que el mecanismo de transformación realiza la transformación de aumento o marcado en tiempo real.
14. El dispositivo integrado de la reivindicación 1, en el que el mecanismo de transformación realiza la transformación de aumento o marcado en una sola dimensión dentro de la región de interés.
15. El dispositivo integrado de la reivindicación 4, que comprende además una pantalla de visualización para mostrar desde la entidad gráfica una imagen transformada que incluye tanto la región de interés con la transformación de ampliación o marcado como las partes no transformadas de la imagen.
16. El dispositivo integrado de la reivindicación 15, en el que la imagen transformada es una imagen facial con una o más partes transformadas.
17. El dispositivo integrado de la reivindicación 8, en el que el dispositivo está adaptado para realizar dos o más transformaciones en la imagen, teniendo las dos o más transformaciones los mismos o diferentes parámetros.
18. Un medio legible por máquina interoperable con una máquina para:
 - definir una región de interés dentro de una imagen; y
 - aplicar una transformación de ampliación o marcado no lineal a la región de interés mientras mantiene visible la imagen completa, de manera que el aumento o marcado dentro de la región de interés varía desde una cantidad mayor en un punto focal de la región de interés a una cantidad menor en un límite exterior de la región de interés; en el que la misma función de transformación no lineal se aplica para aumento o marcado, y en el que las tareas comprenden además permitir que un usuario seleccione, directa o indirectamente, parámetros para la transformación de aumento o marcado no lineal que determinan si la transformación produce aumento o marcado y una magnitud o potencia de la ampliación o marcado.
19. El medio legible por máquina de la reivindicación 18, en el que dicha aplicación se realiza con aritmética de enteros.
20. El medio legible por máquina de la reivindicación 18, en el que la región de interés dentro de la imagen tiene unas dimensiones más pequeñas que la imagen en sí misma y los píxeles que no están dentro de la región de interés no se transforman.
21. El medio legible por máquina de la reivindicación 18, en el que la región de interés es de forma elíptica.
22. El medio legible por máquina de la reivindicación 18, en el que la región de interés es de forma circular.
23. El medio legible por máquina de la reivindicación 22, en el que la transformación de aumento o marcado no lineal se representa mediante las ecuaciones (1) y (2) a continuación:

$$x_{out} = \begin{cases} x_o + (x_{in} - x_o) \cdot a & \text{para de lo} \\ x_{in} & \text{contrario} \end{cases} \quad (-1)^m \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^k \quad (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2$$

(1)

$$y_{out} = \begin{cases} y_o + (y_{in} - y_o) \cdot a & \text{para de lo} \\ y_{in} & \text{contrario} \end{cases} \quad (-1)^m \left[1 - \frac{(x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2}{R^2} \right]^k \quad (x_{in} - x_o)^2 + (y_{in} - y_o)^2 \leq R^2$$

(2)

5 donde x_{in} y y_{in} son coordenadas de ubicación para un píxel de entrada dentro de la región de interés, x_o e y_o son coordenadas de ubicación para el centro de la región circular de interés, R es el radio de la región de interés, x_{out} e y_{out} son coordenadas de ubicación para un píxel de salida, a es un parámetro indicativo de la mayor cantidad, m es un parámetro binario indicativo de si la transformación produce ampliación o marcado, y k es un parámetro indicativo del grado de suavidad y continuidad en una región de transición de imagen entre las áreas de la región de interés influenciadas por la mayor cantidad y las áreas de la región de interés influenciadas por la menor cantidad.

15 **24.** El medio legible por máquina de la reivindicación 19, además interoperable con una máquina para realizar dicha aplicación en un orden predeterminado de cálculo para evitar el desbordamiento de números enteros.

25. El medio legible por máquina de la reivindicación 18, en el que la transformación no lineal se realiza en tiempo real.

20 **26.** El medio legible por máquina de la reivindicación 18, en el que la máquina es un dispositivo integrado.

27. El medio legible por máquina de la reivindicación 26, en el que el dispositivo integrado es un teléfono móvil.

28. El medio legible por máquina de la reivindicación 27, en el que el teléfono móvil incluye una cámara digital.

25 **29.** El medio legible por máquina de la reivindicación 27, en el que el teléfono móvil tiene un microprocesador de enteros.

30. Un teléfono móvil, que comprende:

30 un conjunto receptor/transmisor;

un microprocesador; y

35 el dispositivo integrado de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17;

el mecanismo de definición de la región de interés que está acoplado al microprocesador; y

el mecanismo de transformación que está acoplado al microprocesador.

40 **31.** El teléfono móvil de la reivindicación 30, en el que el microprocesador es un microprocesador de enteros.

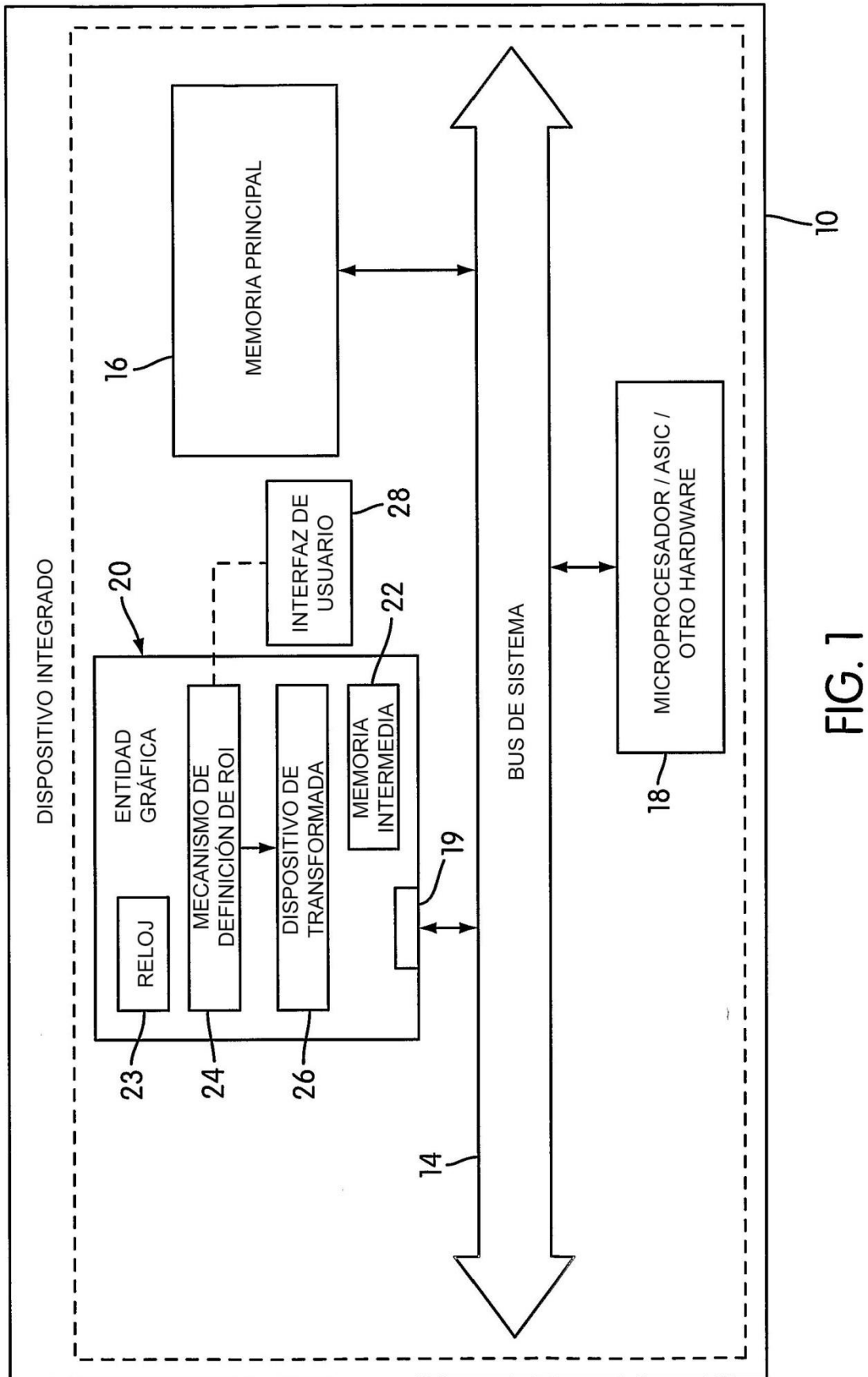


FIG. 1

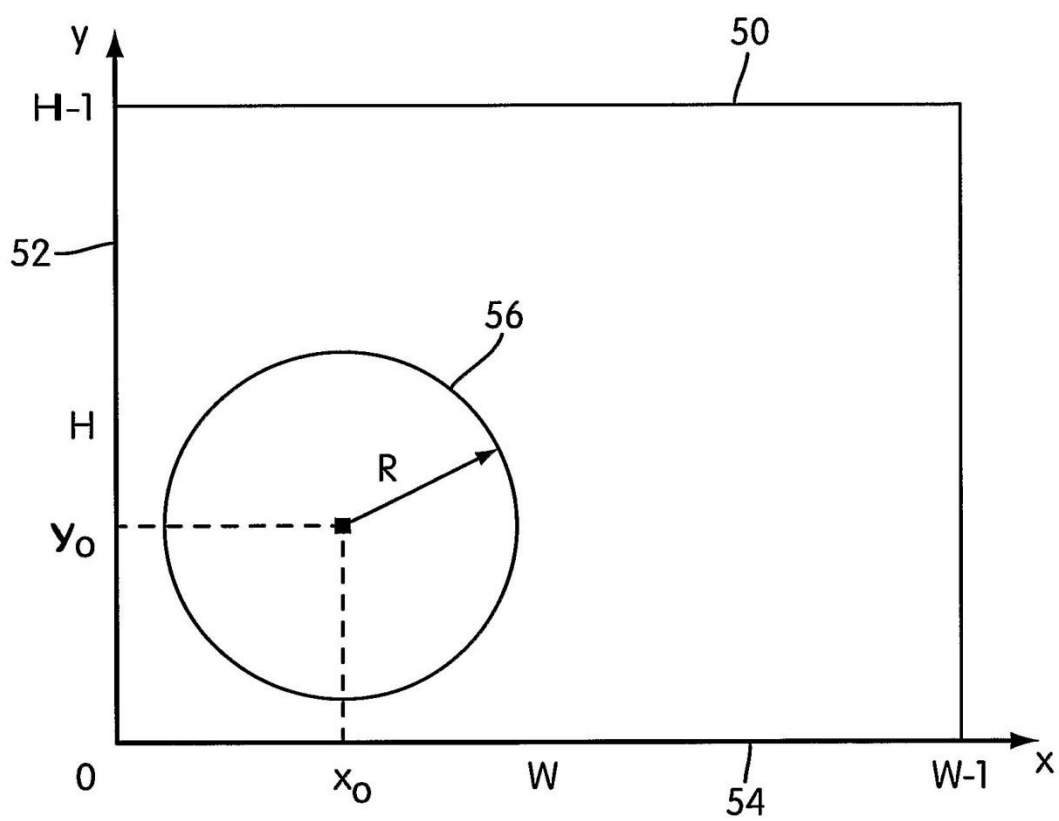


FIG. 2

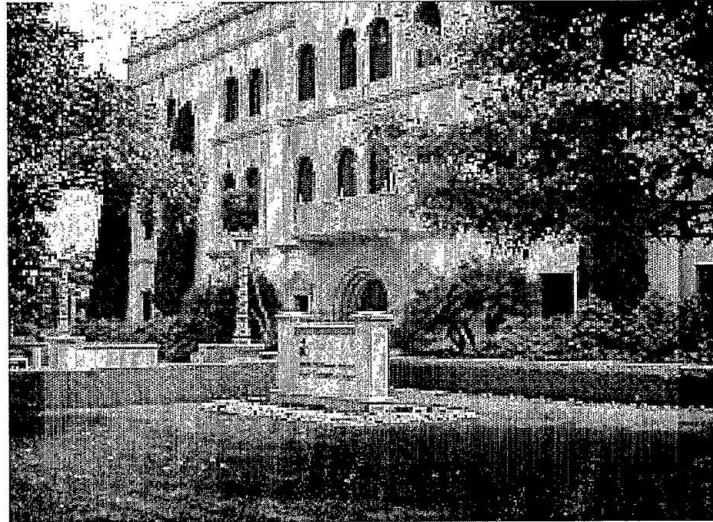


FIG. 3

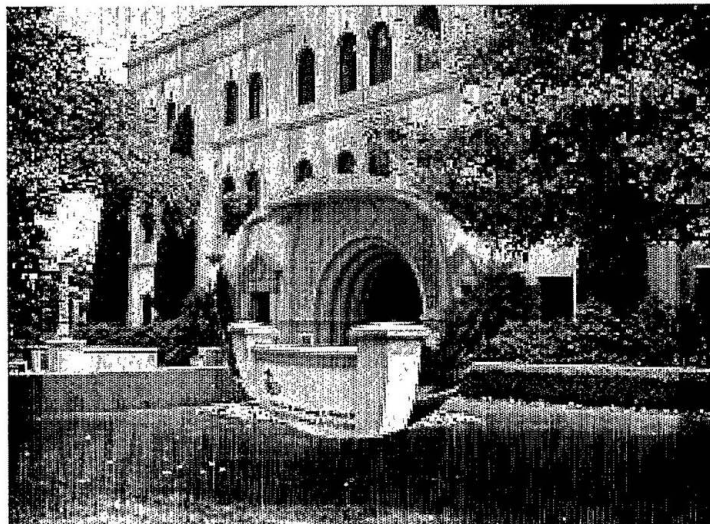


FIG. 4

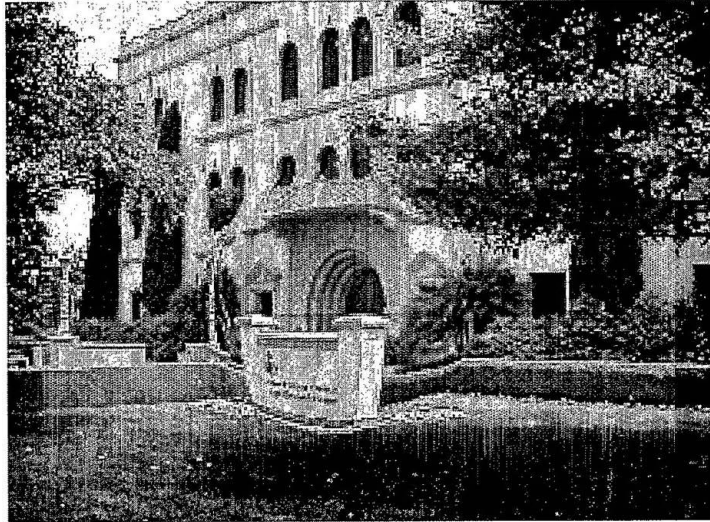


FIG. 5

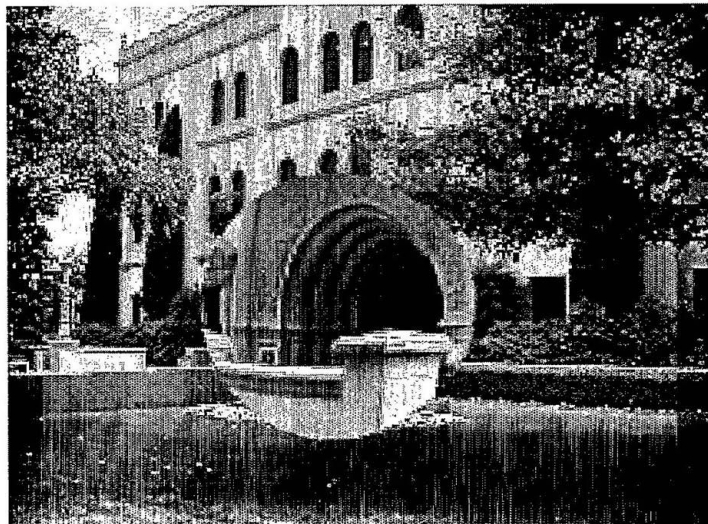


FIG. 6

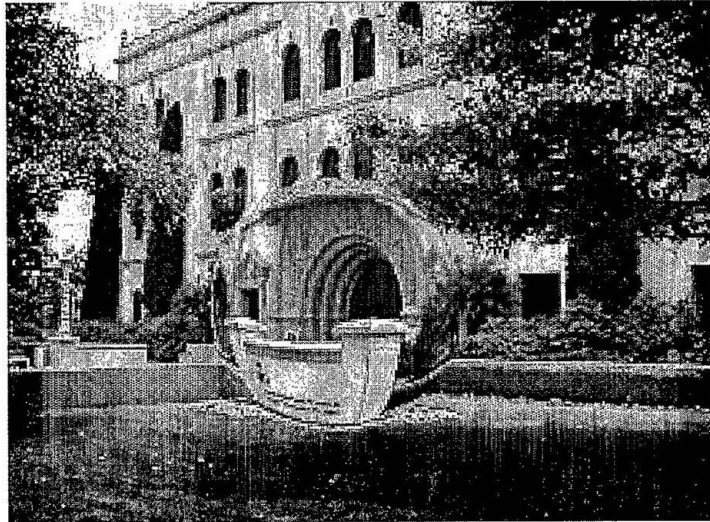


FIG. 7

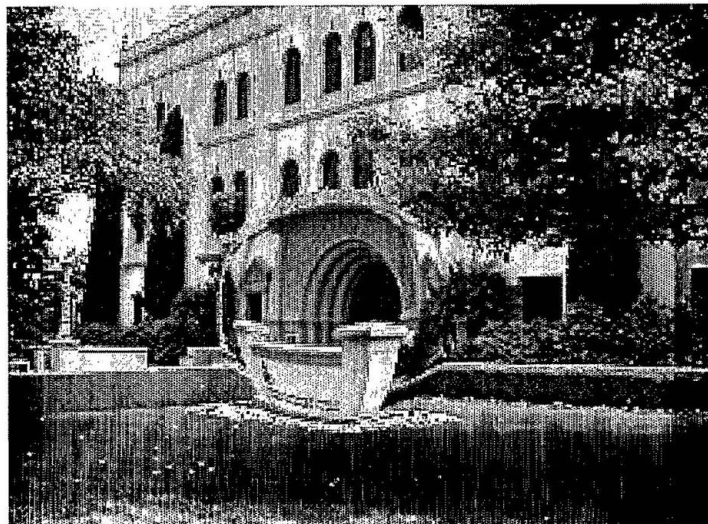


FIG. 8

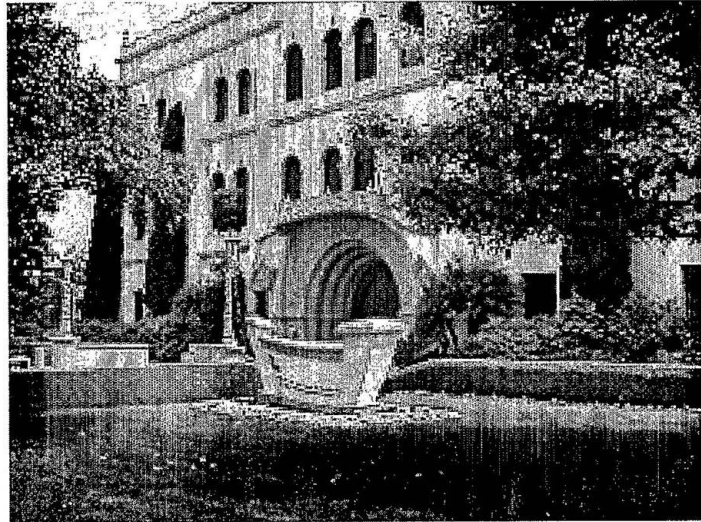


FIG. 9

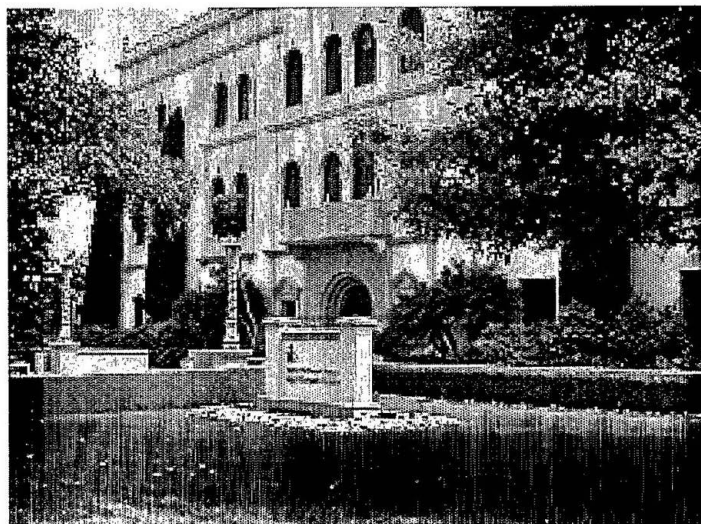


FIG. 10

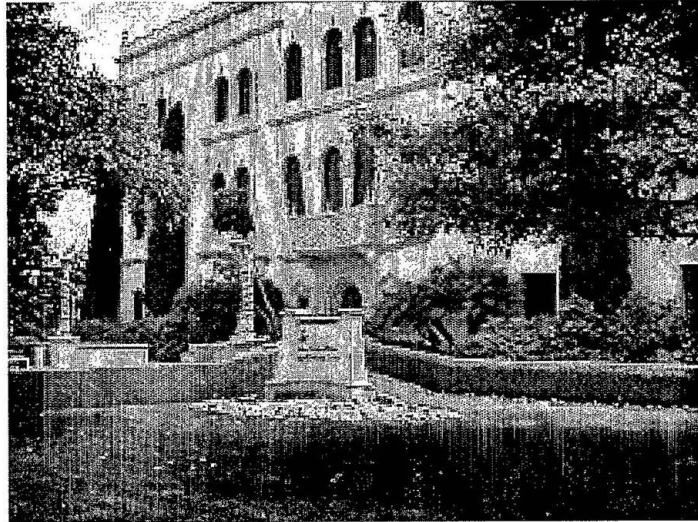


FIG. 11

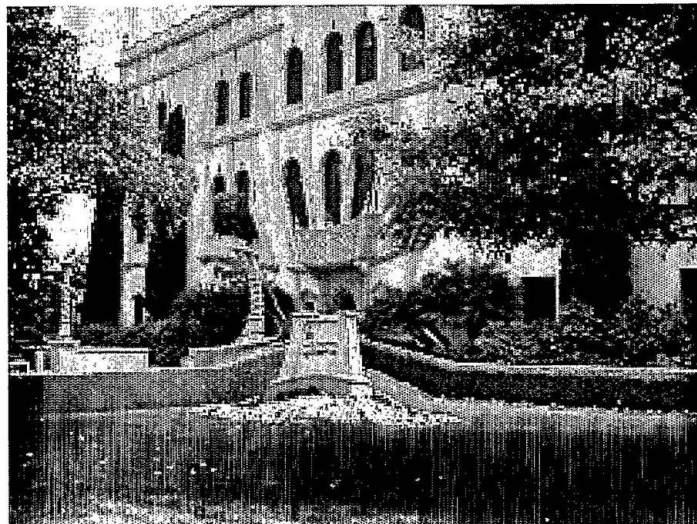


FIG. 12

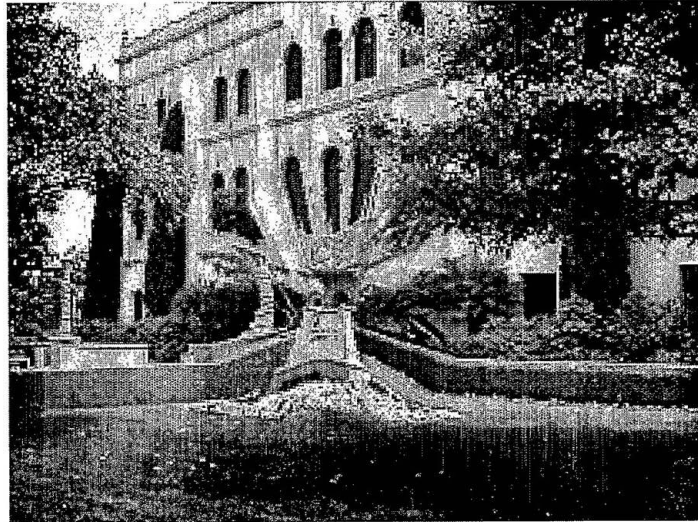


FIG. 13

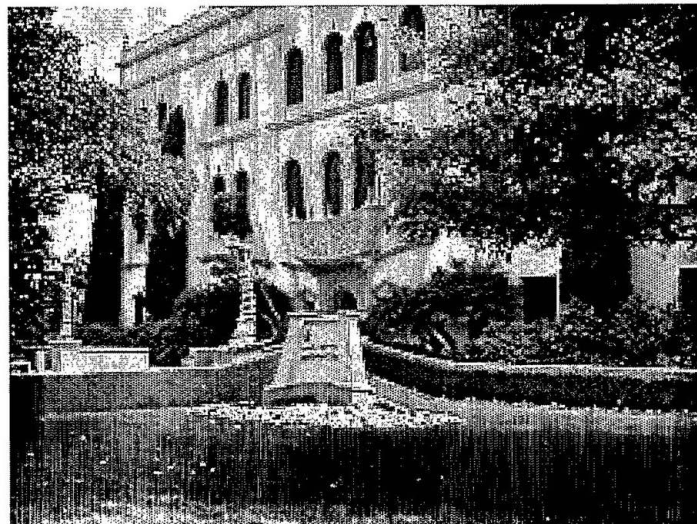


FIG. 14

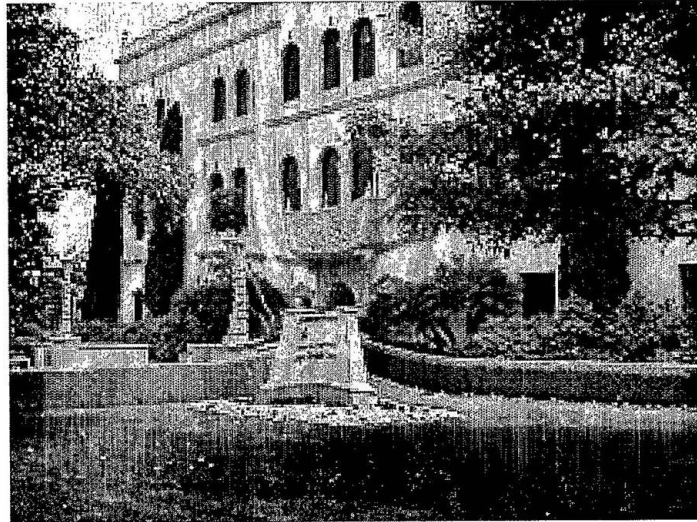


FIG. 15

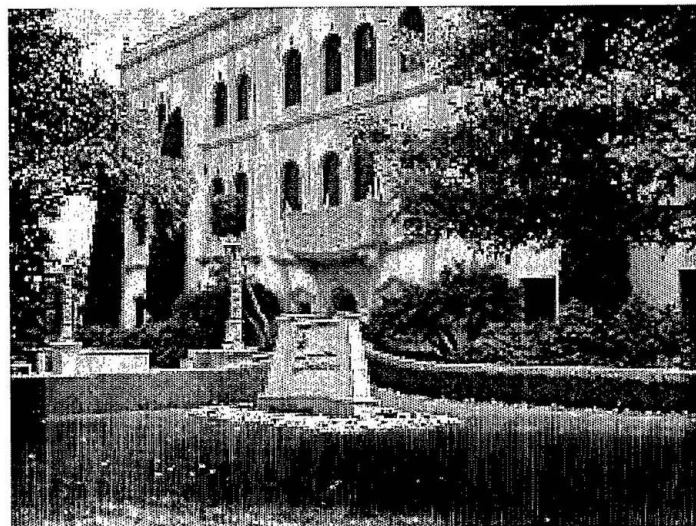


FIG. 16

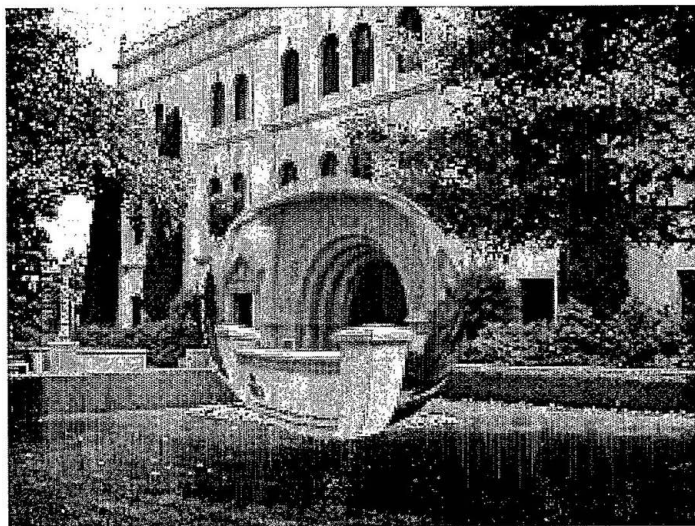


FIG. 17
TÉCNICA ANTERIOR

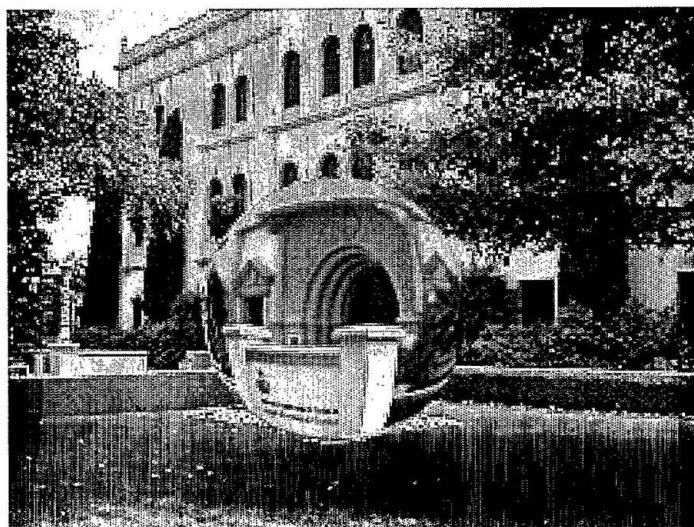


FIG. 18
TÉCNICA ANTERIOR

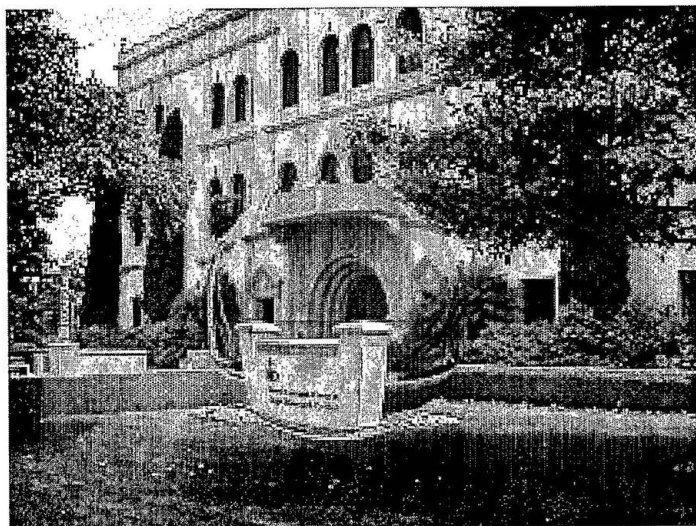


FIG. 19
TÉCNICA ANTERIOR

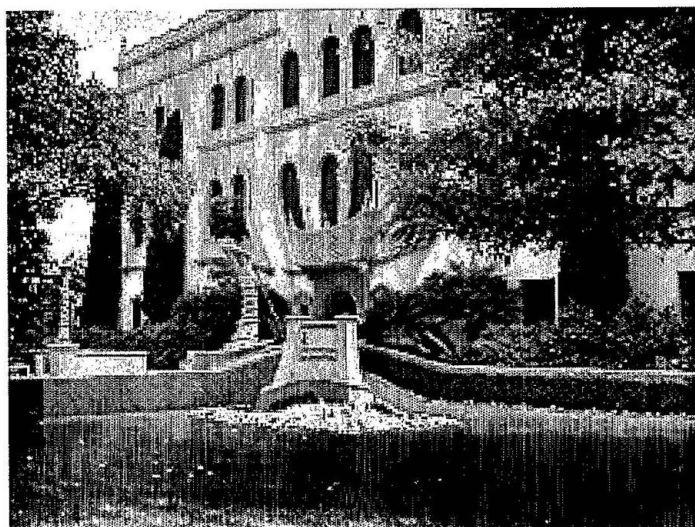


FIG. 20
TÉCNICA ANTERIOR

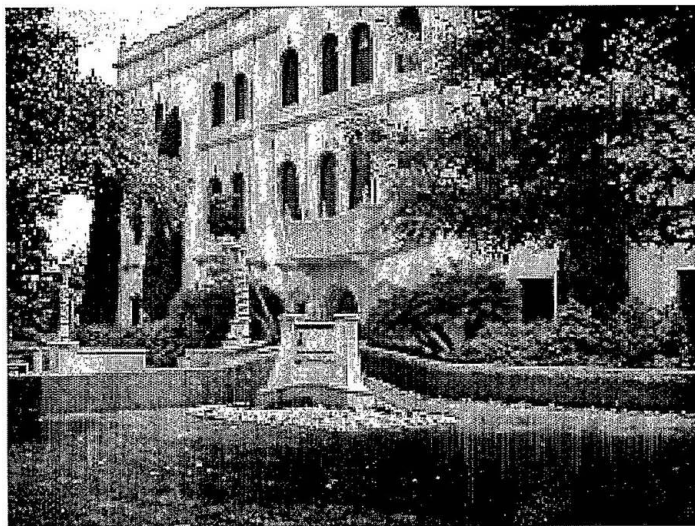


FIG. 21
TÉCNICA ANTERIOR

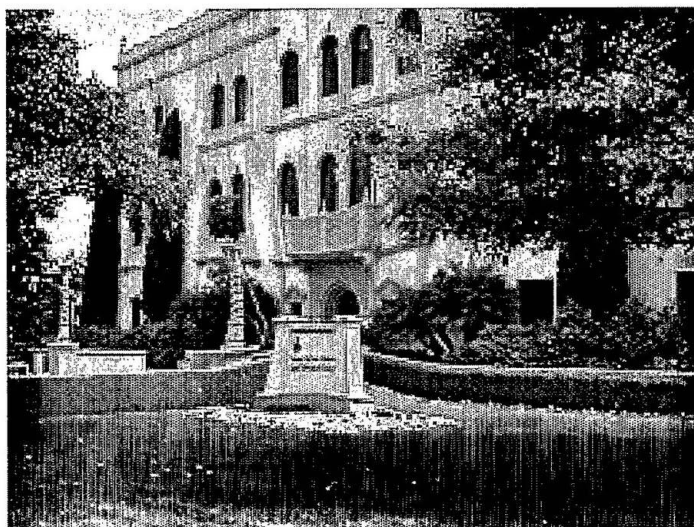


FIG. 22
TÉCNICA ANTERIOR

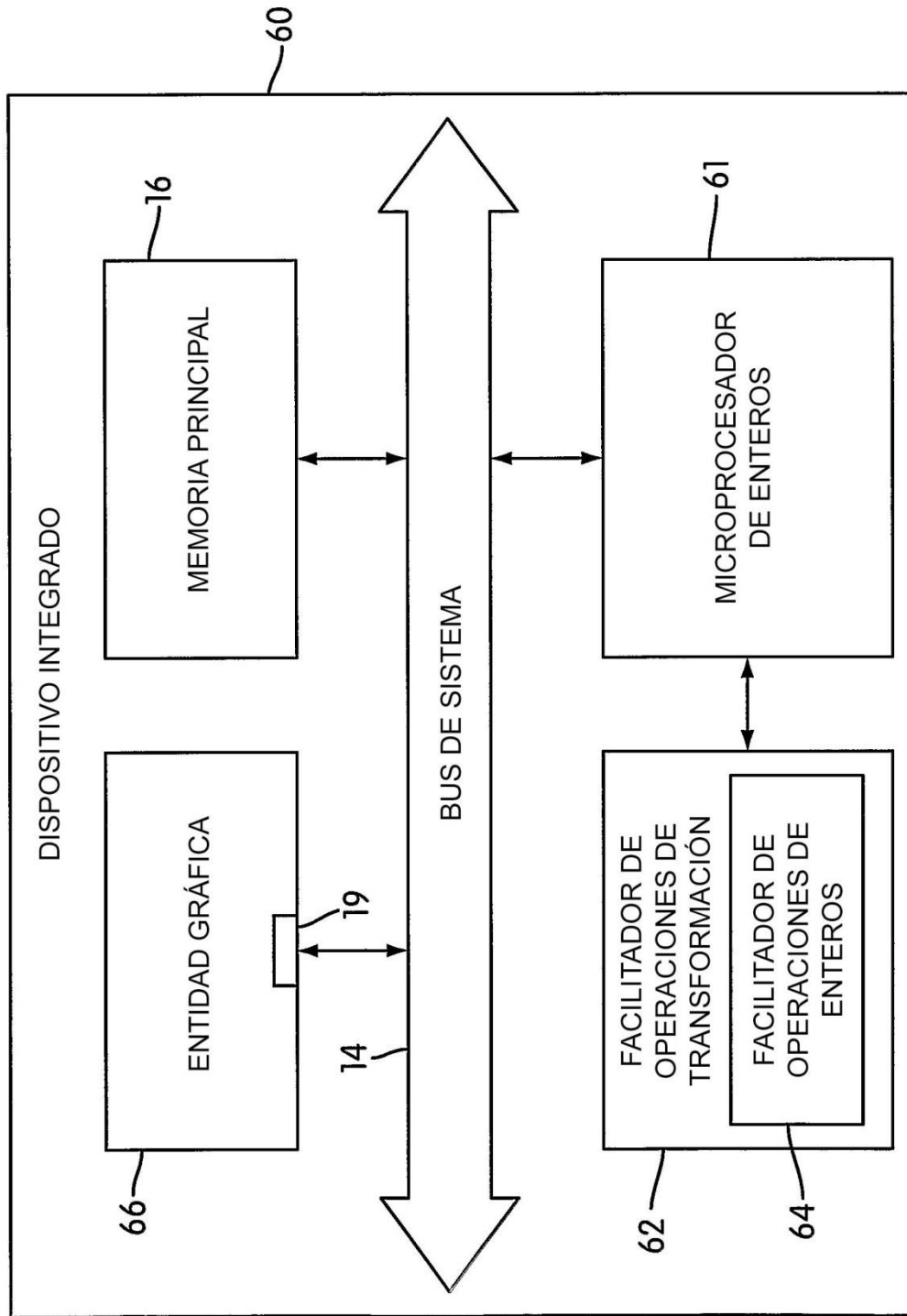


FIG. 23

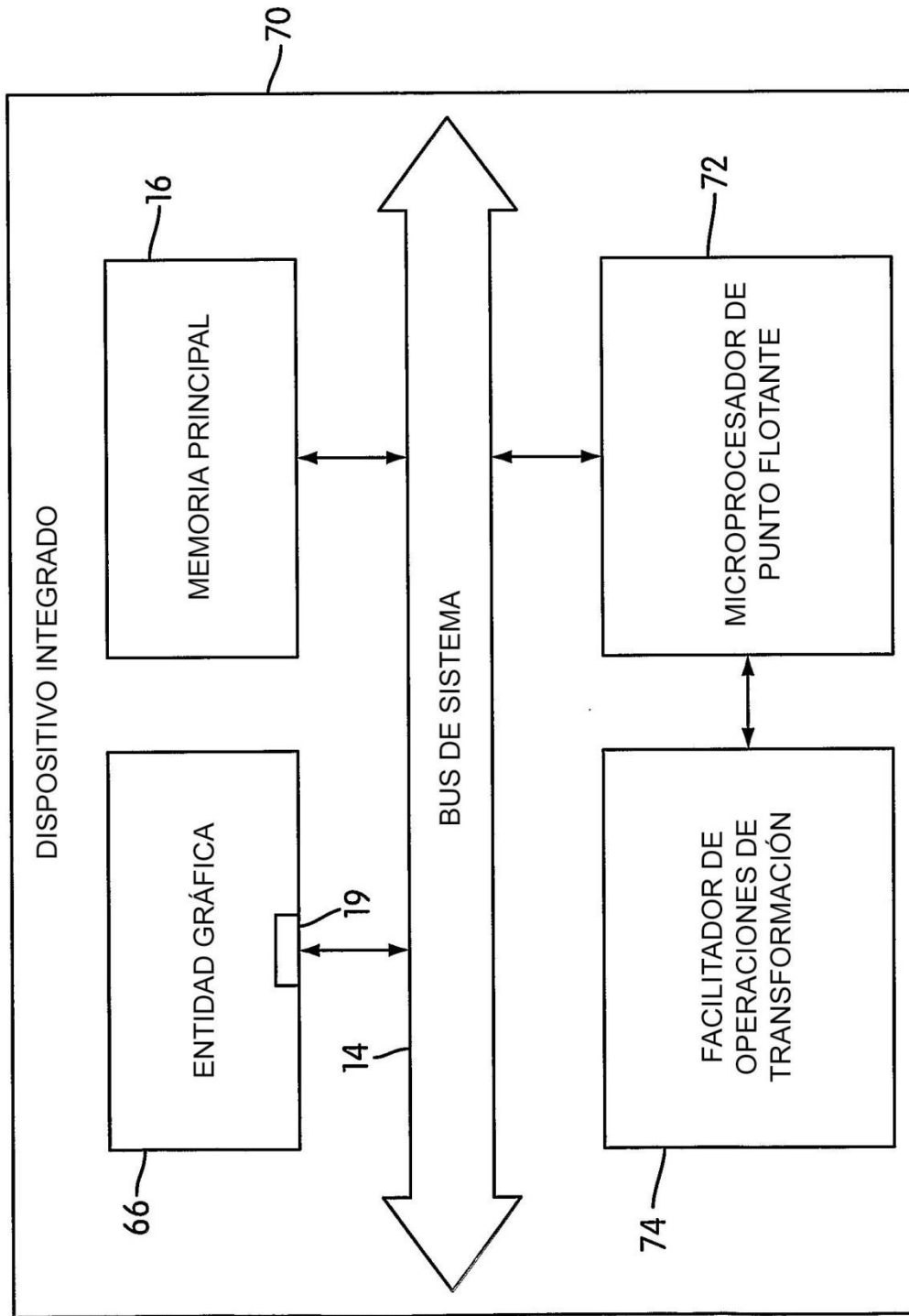


FIG. 24

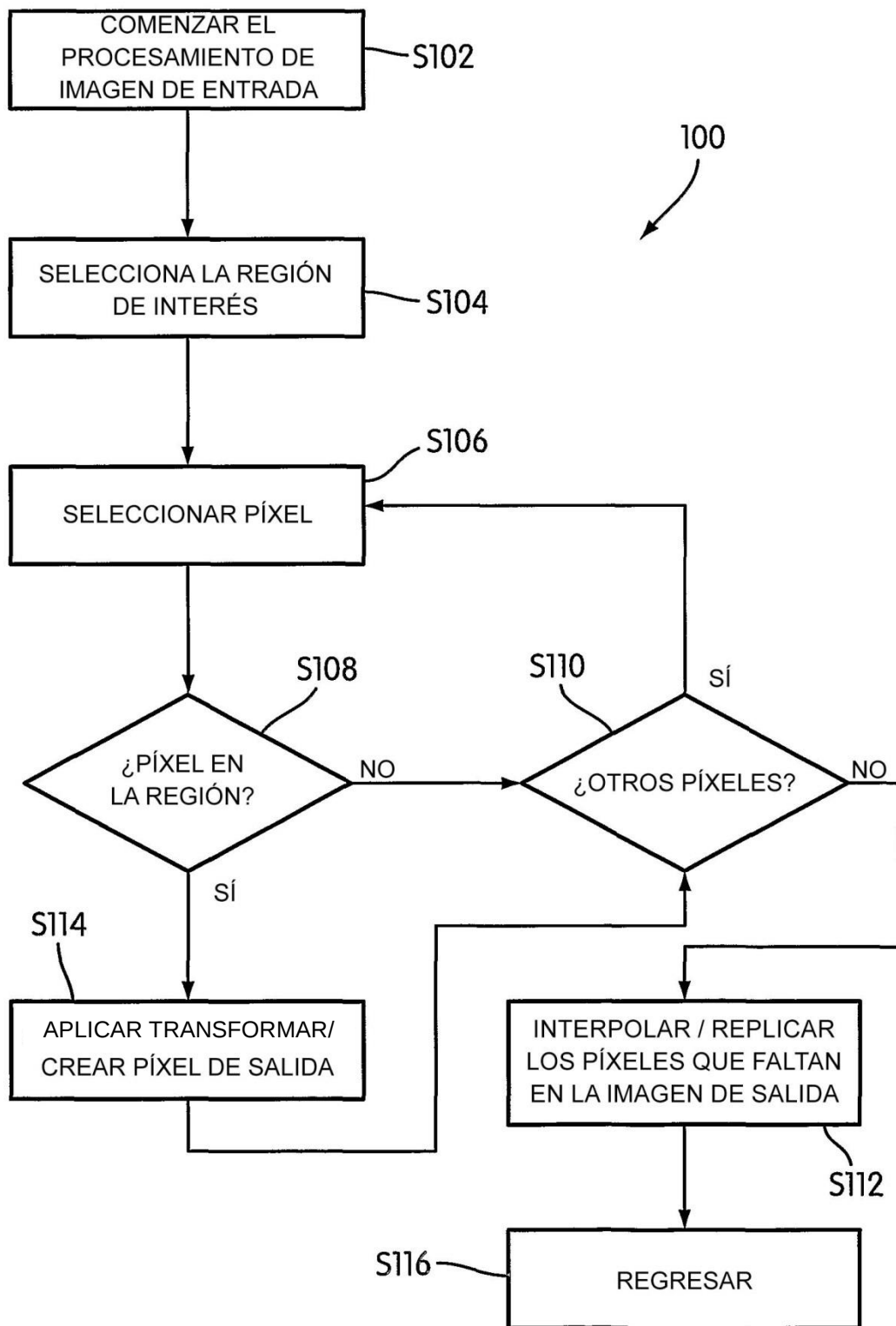


FIG. 25

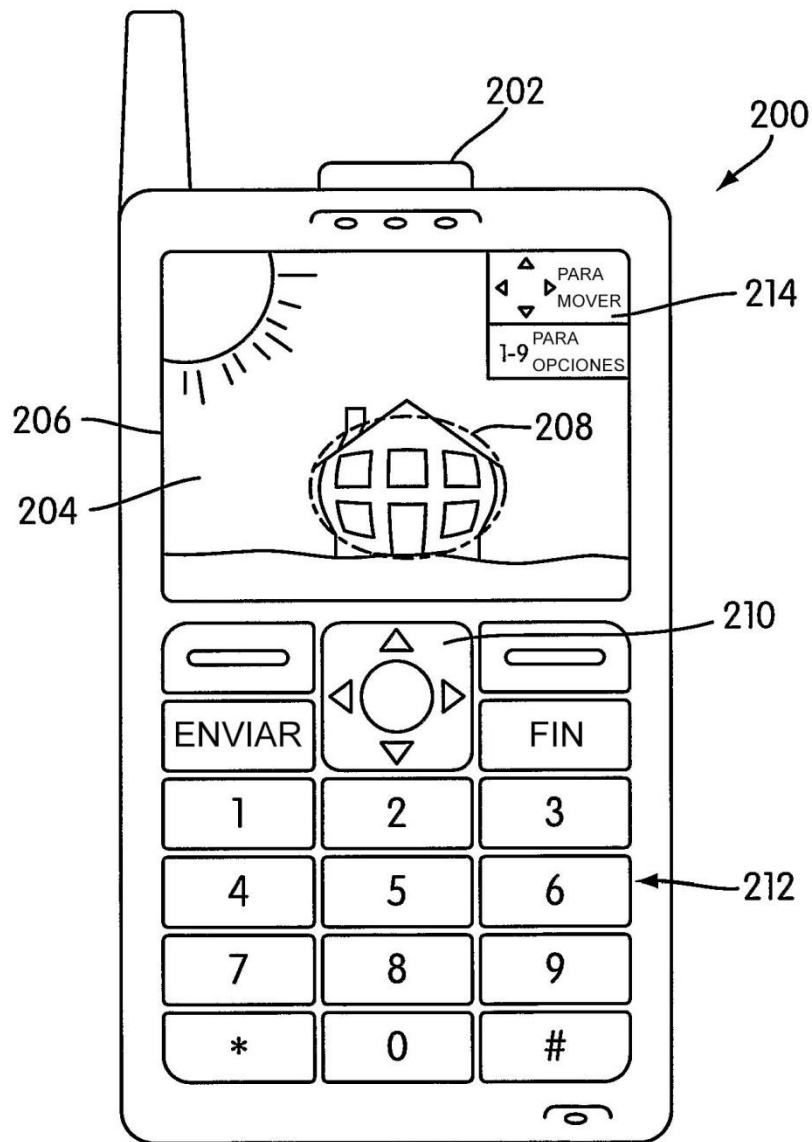


FIG. 26



FIG. 27



FIG. 28



FIG. 29