

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 628**

51 Int. Cl.:

G06T 5/00 (2006.01)

H04N 5/235 (2006.01)

H04N 5/217 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2010 E 10730927 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2446414**

54 Título: **Operación de corrección de atenuación de lente usando valores corregidos en base a información de brillo**

30 Prioridad:

22.06.2009 US 488737

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

22.12.2015

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
Attn: International IP Administration 5775
Morehouse Drive
San Diego, California 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**JIANG, XIAOYUN;
HUNG, SZEPO R. y
LI, HSIANG-TSUN**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 554 628 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

Operación de corrección de atenuación de lente usando valores corregidos en base a información de brillo

5 I. Campo

La presente divulgación se refiere, en general, al ajuste, dependiente de la escena, de una corrección de atenuación de lente de una imagen.

10 II. Descripción de la técnica relacionada

Los avances en la tecnología han dado como resultado dispositivos informáticos más pequeños y más potentes. Por ejemplo, existe actualmente una amplia variedad de dispositivos informáticos personales portátiles, que incluye a dispositivos informáticos inalámbricos tales como teléfonos inalámbricos portátiles, asistentes digitales personales (PDA) y dispositivos buscapersonas, que son pequeños, ligeros de peso y fácilmente transportados por los usuarios. Más específicamente, los teléfonos inalámbricos portátiles, tales como los teléfonos celulares y los teléfonos del protocolo de Internet (IP), pueden comunicar voz y datos por redes inalámbricas. Además, los teléfonos inalámbricos pueden incluir otros tipos de dispositivos que están incorporados en los mismos. Por ejemplo, un teléfono inalámbrico puede incluir una cámara fija digital, una cámara de vídeo digital, un grabador digital y un reproductor de ficheros de audio. Los teléfonos inalámbricos también pueden procesar instrucciones ejecutables, incluyendo aplicaciones de software, tales como una aplicación exploradora de la Red que puede ser usada para acceder a Internet. Como ejemplo adicional, pueden usarse técnicas de procesamiento de imágenes digitales para prestar soporte a funciones de multimedia en terminales móviles.

25 Una faceta del procesamiento de imágenes digitales implica procesar la información cromática. La información cromática está generalmente representada por una señal compuesta que consiste en componentes rojos, verdes y azules (RGB). La capacidad de datos requerida para transportar información cromática puede ser reducida aprovechando la acuidad cromática relativamente pobre del ojo humano, siempre que se mantenga el ancho de banda luma completo. En particular, los componentes RGB de una señal pueden ser transformados en componentes 30 luma (Y) y croma (C_b , C_r), y los componentes croma pueden ser comprimidos.

El componente luma (Y) está generalmente asociado al brillo de una imagen. El brillo de una imagen puede ser afectada por el ensombrecimiento de la lente. Una corrección de la atenuación de la lente puede ser empleada en sistemas de procesamiento de imágenes digitales para compensar el oscurecimiento causado por el 35 ensombrecimiento de la lente. En algunos escenarios, los objetos brillantes cerca de los bordes de la imagen pueden preservar detalles si no hay ninguna corrección de atenuación de la lente. Sin embargo, después de aplicar ganancias a la imagen durante el proceso de atenuación de la lente, tales detalles pueden quedar indistinguibles debido a la sobresaturación.

40 Se reclama atención al documento JP 2008 124793 A, que se refiere a un aparato de formación de imágenes y a un procedimiento de formación de imágenes que puede suprimir el deterioro de la razón S / N que ocurre en un procesamiento de corrección de ensombrecimiento, por una etapa de adquisición de luminancia, en la que un ente es reflejado en imágenes por un elemento formador de imágenes y la luminancia de la imagen que exhibe el ente se adquiere en base a los datos de imagen del ente, y por una etapa de control en la que se lleva a cabo un control a 45 fin de reducir una magnitud de corrección en el procesamiento de corrección de ensombrecimiento, que se realiza sobre los datos de imagen generados en la etapa de formación de imágenes, para que sea más pequeña la luminancia adquirida a partir de la etapa de adquisición de luminancia.

50 III. Sumario

Se divulga un sistema de procesamiento de imágenes para realizar una operación de corrección de atenuación de lente que no deja detalles en los datos de imagen indistinguibles debido a sobresaturación de la imagen. El sistema de procesamiento de imágenes impide la sobresaturación realizando la operación de corrección de atenuación de lente, usando valores que han sido corregidos en base a la información de brillo de los datos de imagen. La 55 corrección de los valores en base a la información de brillo de los datos de imagen permite que los valores sean reducidos para evitar la sobresaturación en casos donde la aplicación de valores de corrección por omisión daría como resultado una operación de corrección de atenuación de lente que aumentaría el brillo de la imagen, de modo que se perdieran los detalles de la imagen. Por tanto, la corrección de los valores en base a la información de brillo permite al sistema de procesamiento de imágenes compensar la degradación de imágenes debida a la atenuación 60 de la lente, realizando una operación de corrección de atenuación de lente que no degrada adicionalmente la calidad de la imagen al causar sobresaturación.

En una realización específica, se divulga un procedimiento que incluye recibir datos de imagen. El procedimiento también incluye calcular la información de brillo de los datos de imagen. El procedimiento también incluye corregir al 65 menos un valor de atenuación de lente, a usar en una operación de corrección de atenuación de lente en base a la

información de brillo. El procedimiento también incluye realizar la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen, usando dicho al menos un valor corregido de atenuación de lente.

5 En otra realización específica, se divulga un aparato que incluye un procesador de imágenes. El procesador de imágenes está configurado para recibir datos de imagen y para calcular información de brillo de los datos de imagen. El procesador de imágenes también está configurado para corregir al menos un valor de corrección de atenuación de lente, a usar en una operación de corrección de atenuación de lente, en base a la información de brillo. El procesador de imágenes también está configurado para realizar la operación de corrección de atenuación de lente usando dicho al menos un valor corregido de atenuación de lente.

10 En otra realización específica, se divulga un aparato que incluye medios para recibir datos de imagen. El aparato incluye además medios para calcular información de brillo de los datos de imagen. El aparato incluye además medios para corregir al menos un valor de atenuación de lente, a usar en una operación de corrección de atenuación de lente, en base a la información de brillo. El aparato incluye además medios para realizar la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen, usando el valor corregido de atenuación de lente.

15 En otra realización específica, se divulga un medio legible por ordenador que almacena código ejecutable por ordenador, que comprende código para recibir datos de imagen. El medio legible por ordenador también incluye código para calcular información de brillo de los datos de imagen. El medio legible por ordenador incluye además código para corregir al menos un valor de atenuación de lente, a usar en una operación de corrección de atenuación de lente, en base a la información de brillo. El medio legible por ordenador incluye además código para realizar la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen, usando el valor corregido de atenuación de lente.

25 Un aspecto específico proporcionado por las realizaciones divulgadas es un ajuste del brillo de un píxel de una imagen, en base al brillo de una región que incluye al píxel. El ajuste del brillo de un píxel de una imagen en base al brillo de una región que incluye al píxel puede preservar el detalle en la imagen, impidiendo la sobresaturación, debida a ganancias aplicadas en un procesador de corrección de lente.

30 Otros aspectos, ventajas y características de la presente divulgación devendrán evidentes después de la revisión de la solicitud entera, incluyendo las siguientes secciones: Breve descripción de los dibujos, Descripción detallada y Reivindicaciones.

35 IV. Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de una realización ilustrativa específica de un sistema de captura y procesamiento de imágenes que tiene un módulo de corrección de atenuación de lente, en base a información de brillo;

40 La FIG. 2 es un diagrama general que ilustra un procedimiento de realización de una operación de corrección de atenuación de lente sobre datos de imagen, usando valores corregidos en base a información de brillo;

45 La FIG. 3 es un diagrama de bloques de una realización ilustrativa de un sistema para realizar una operación de corrección de atenuación de lente sobre datos de imagen, usando valores corregidos en base a información de brillo;

La FIG. 4 es un diagrama general que ilustra la corrección de valores de atenuación de lente en base a información de brillo;

50 La FIG. 5 es un diagrama de flujo de una realización ilustrativa de un procedimiento de realización de una operación de corrección de atenuación de lente sobre datos de imagen, usando valores corregidos en base a información de brillo;

55 La FIG. 6 es un diagrama de bloques de una realización específica de un dispositivo para realizar una operación de corrección de atenuación de lente sobre datos de imagen, usando valores corregidos en base a información de brillo; y

60 La FIG. 7 es un diagrama de bloques de una realización específica de un dispositivo de comunicación inalámbrica que incluye un módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo.

V. Descripción detallada

65 Con referencia a la FIG. 1, se ilustra y se designa en general 100 una realización ilustrativa de un sistema de captura y procesamiento de imágenes. El sistema de captura y procesamiento de imágenes 100 incluye un dispositivo de captura de imágenes 101, un sistema de procesamiento de imágenes 110 y un dispositivo de almacenamiento de imágenes 120. El dispositivo de captura de imágenes 101 incluye una lente 102, un módulo de auto-enfoque 104, un

módulo de auto-exposición 106 y un sensor 108. El sistema de procesamiento de imágenes 110 incluye un módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 114, un módulo de reducción de ruido 116 y un módulo de compresión y almacenamiento 118. El sistema de captura y procesamiento de imágenes 100 puede ser un dispositivo electrónico configurado para ajustar el brillo de un píxel realizando una operación de corrección de atenuación de lente basada en los valores de corrección de atenuación de lente 112 que se corrigen en base a la información de brillo 111.

En una realización específica, el dispositivo de captura de imágenes 101 es una cámara, tal como una cámara de vídeo o una cámara fija. Según lo ilustrado en la FIG. 1, la lente 102 del dispositivo de captura de imágenes 101 puede estar acoplada con el módulo de auto-enfoque 104 y con el módulo de auto-exposición 106. En una realización específica, la lente 102 es sensible al módulo de auto-enfoque 104 y al módulo de auto-exposición 106. El sensor 108 puede ser adaptado para recibir luz mediante la lente 102 y para generar datos de imagen 109 en respuesta a una imagen 150 recibida mediante la lente 102. El sensor 108 puede ser un dispositivo acoplado por carga (CCD), un detector de imágenes de un semiconductor de óxido de metal complementario (CMOS), una formación de foto-diodos, un detector fotovoltaico o algún otro sensor para capturar una imagen óptica. En una realización específica, el módulo de auto-enfoque 104 es sensible al sensor 108 y está adaptado para controlar automáticamente el enfoque de la lente 102. El módulo de auto-exposición 106 puede ser sensible al sensor 108 y puede ser adaptado para controlar una exposición de la imagen 150. Los datos de imagen 109 pueden ser comunicados entre el sensor 108 y el sistema de procesamiento de imágenes 110.

En una realización específica, el sistema de procesamiento de imágenes 110 es un circuito integrado de procesamiento de imágenes digitales configurado para ajustar los datos de imagen 109 recibidos desde el dispositivo de captura de imágenes 101. El sistema de procesamiento de imágenes 110 puede ser configurado como un conducto, donde los datos de imagen 109 son recibidas en un módulo, ajustados y transmitidos a otro módulo. En una realización específica, el sistema de procesamiento de imágenes 110 puede ser configurado para calcular la información de brillo 111 de los datos de imagen 109.

El módulo de corrección de atenuación de lente en base a la información de brillo 114 está configurado para recibir los datos de imagen 109 desde el dispositivo de captura de imágenes 101 o desde un módulo anterior (no mostrado) del sistema de procesamiento de imágenes 110. El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 114 está configurado para corregir al menos un valor de corrección de atenuación de lente 112, a usar en una operación de corrección de atenuación de lente en base a la información de brillo 111, para generar valores corregidos de atenuación de lente 119. En una realización específica, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 114 está configurado para realizar la operación de corrección de atenuación de lente usando dicho al menos un valor corregido de atenuación de lente, usando los valores corregidos de atenuación de lente 119. La realización de la operación de corrección de atenuación de lente da como resultado los datos de imagen ajustados 115.

El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 114 puede ser configurado para transmitir los datos de imagen ajustados 115 al módulo de reducción de ruido 116, para eliminar el ruido de los datos de imagen ajustados 115. El módulo de reducción de ruido 116 puede ser configurado para eliminar múltiples tipos de ruido, usando una amplia variedad de procedimientos. En una realización específica, el módulo de reducción de ruido 116 puede ser configurado para determinar cuándo un píxel en los datos de imagen ajustados 115 es distinto en color, o en intensidad de iluminación, a uno o más píxeles inmediatamente circundantes, y para cambiar un brillo del píxel en base a esa determinación. Por ejemplo, el módulo de reducción de ruido 116 puede aplicar un filtro de paso bajo para eliminar componentes de alta frecuencia (p. ej., un píxel específico que es más brillante que los píxeles circundantes) en áreas seleccionadas.

En una realización específica, el módulo de reducción de ruido 116 está configurado para transmitir los datos de imagen con ruido reducido 117 al módulo de compresión y almacenamiento 118. El módulo de compresión y almacenamiento 118 puede ser configurado para recibir los datos de imagen con ruido reducido 117 desde el módulo de reducción de ruido 116 y para almacenar los datos de imagen con ruido reducido 117 en el dispositivo de almacenamiento de imágenes 120. Por ejemplo, el módulo de compresión y almacenamiento 118 puede usar la codificación del Grupo Conjunto de Expertos Fotográficos (JPEG) para codificar los datos de imagen con ruido reducido 117 a almacenar. El dispositivo de almacenamiento de imágenes 120 puede incluir medios de almacenamiento, tales como uno o más almacenes temporales de visualización, registros, memorias caché, elementos de memoria flash, discos rígidos, cualquier otro dispositivo de almacenamiento o cualquier combinación de los mismos.

Durante el funcionamiento, el sistema de captura y procesamiento de imágenes 100 puede generar los datos de imagen 109 en el dispositivo de captura de imágenes 101, procesar los datos de imagen 109 en el sistema de procesamiento de imágenes 110 y almacenar los datos de imagen procesados en el dispositivo de almacenamiento de imágenes 120. En una realización, la lente 102 recibe la imagen 150 según entra la luz a la lente 102, mientras que el módulo de auto-enfoque 104 y el módulo de auto-exposición 106 ajustan automáticamente la lente 102 sensible al sensor 108. En respuesta a la imagen 150 recibida desde la lente 102, el sensor 108 genera los datos de imagen 109. En una realización específica, los datos de imagen 109 son una representación electrónica de la

imagen 150 en forma de componente lumínicos. Por ejemplo, el sensor 108 puede generar representaciones individuales de rojo (R), verde (G) y azul (B), correspondientes a píxeles de la imagen capturada 150. En una realización específica, el sensor 108 incluye múltiples detectores, o pozos de píxeles, que están dispuestos de modo que los detectores adyacentes detecten distintos colores de la luz. Por ejemplo, la luz recibida puede ser filtrada de modo que cada detector reciba luz entrante roja, verde o azul.

Los datos de imagen 109 pueden no representar exactamente la imagen 150, debido a diversas distorsiones provocadas por las características físicas y las geometrías de la lente 102, el sensor 108, o ambos. Por ejemplo, tales distorsiones pueden ocurrir como resultado del ensombrecimiento que ocurre en los pozos de píxeles debido a un ángulo incidente de la luz entrante en un borde del sensor, de la distorsión debida a diferencias en la refracción de cada componente cromático en la lente, o de la distorsión debida a imperfecciones o desalineación de la lente, como ejemplos ilustrativos, no limitadores. Tales factores se mencionan colectivamente en la presente memoria como atenuación de lente.

El sistema de procesamiento de imágenes 110 puede realzar los datos de imagen 109 aplicando diversas operaciones de procesamiento de imágenes antes de almacenar los datos de imagen 109. El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 114 está configurado para procesar los datos de imagen 109, para corregir la atenuación de lente realizando una operación de corrección de atenuación de lente. Como otro ejemplo, el módulo de reducción de ruido 116 puede ajustar partes de los datos de imagen 109 realizando la reducción de ruido.

En una realización específica, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 114 usa los valores de atenuación de lente 112 para realizar la operación de atenuación de lente. Los valores de atenuación de lente 112 pueden incluir un conjunto por omisión de factores de corrección que pueden ser aplicados a valores de píxel para cambiar los valores de brillo de los píxeles, para contrarrestar, al menos parcialmente, los efectos de atenuación de lente. Los valores de atenuación de lente 112 pueden corresponder a píxeles individuales de los datos de imagen 109, o a una pluralidad de píxeles de los datos de imagen 109. Por ejemplo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 114 puede usar un único valor de atenuación de lente para ajustar una pluralidad de píxeles en los datos de imagen 109. Los valores de atenuación de lente 112 pueden ser determinados en base a una distancia de cada píxel de los datos de imagen hasta un centro de la imagen 150. Por ejemplo, un primer factor de corrección para un valor de atenuación de lente que corresponde a un primer píxel que representa la esquina superior de la imagen 150 puede ser mayor que un factor de corrección para un segundo valor de atenuación de lente que corresponde a un segundo píxel que representa el centro de la imagen 150.

El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 114 puede usar la información de brillo 111 para corregir los valores de atenuación de lente 112 antes de realizar la operación de corrección de atenuación de lente. La realización de la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen 109, usando los valores corregidos de atenuación de lente 119, puede preservar más detalle en los datos de imagen que una realización de una operación de corrección de atenuación de lente que usa valores no corregidos de atenuación de lente (p. ej., los valores de atenuación de lente 112). Por ejemplo, los valores no corregidos de atenuación de lente pueden tener factores de corrección que aumentan según aumenta la distancia desde el centro de la imagen hasta el píxel correspondiente. En este caso, el uso de valores no corregidos de atenuación de lente para realizar la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen 109 que contienen píxeles que son muy brillantes puede dar como resultado la sobresaturación de los datos de imagen 109. Por ejemplo, la realización de una operación de corrección de atenuación de lente usando valores no corregidos de atenuación de lente (p. ej., los valores de atenuación de lente 112) para ajustar los píxeles de una imagen que incluye un horizonte brillante puede aumentar el brillo de los píxeles que representan el horizonte. Sin embargo, el aumento del brillo de los píxeles que representan el horizonte puede dar como resultado una pérdida de detalle en el horizonte. Por ejemplo, las variaciones en color y oscuridad en las nubes que son parte del horizonte pueden perderse según aumenta el brillo de todas las nubes hasta un nivel máximo de brillo.

Para impedir la sobresaturación, los factores de corrección de los valores de atenuación de lente 112 pueden ser reducidos. Al reducir los valores de atenuación de lente 112, la operación de corrección de atenuación de lente puede dar como resultado poco, o ningún, aumento en el brillo de píxeles que están cerca de la saturación. Por ejemplo, la realización de la operación de corrección de atenuación de brillo con los valores corregidos de atenuación de brillo 119 puede dar como resultado poco, o ningún, aumento en el brillo de un píxel que representa una nube, después de determinar que la región que circunda el píxel de nube ya es brillante. En este caso, incluso aunque el píxel que representa la nube esté en un área de la imagen que puede tener un brillo reducido debido a la atenuación de lente, el brillo del píxel que representa la nube no aumenta hasta un nivel máximo de brillo. Al impedir que la operación de corrección de atenuación de lente aplique una ganancia que aumente el brillo de píxel hasta un nivel máximo de brillo, puede ser corregida la degradación de los datos de imagen debida a la atenuación de lente, sin pérdida de detalle debido a la sobresaturación.

En una realización específica, la información de brillo 111 incluye un valor de brillo correspondiente a cada uno entre una pluralidad de componentes cromáticos y los valores de atenuación de lente 112 incluyen valores para cada uno

de los componentes cromáticos. La corrección de los valores de atenuación de lente en base a valores de brillo correspondientes a cada uno entre una pluralidad de componentes cromáticos puede incluir corregir un valor de atenuación de lente que corresponde a uno de los componentes cromáticos. En una realización específica, un valor específico de atenuación de lente puede ser usado por el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 114, para realizar la operación de atenuación de lente sobre un componente cromático específico de un píxel de los datos de imagen 109. Por ejemplo, la realización de la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen 109 puede incluir aumentar un valor de brillo de al menos un componente cromático del píxel. La realización de la operación de corrección de atenuación de lente sobre valores de brillo para cada componente cromático puede permitir una mayor exactitud en la corrección de la degradación de la imagen debida a la atenuación de lente.

Con referencia a la FIG. 2, se divulga una realización ilustrativa de un procedimiento de realización de una operación de corrección de atenuación de lente sobre datos de imagen, usando valores de atenuación de lente corregidos en base a información de brillo, y se indica en general con 200. Un sistema de procesamiento de imágenes (p. ej., el sistema de procesamiento de imágenes 110 de la FIG. 1) puede realizar una operación de corrección de atenuación de lente de acuerdo al procedimiento 200.

El sistema de procesamiento de imágenes puede recibir datos de imagen y calcular información de brillo, en 212. La información de brillo puede indicar el brillo de los píxeles en los datos de imagen. En una realización específica, la información de brillo de los píxeles es representada en base a una función de la ubicación de los píxeles. Como se ilustra en la FIG. 2 con un gráfico 210 de la información de brillo, un eje "X" y un eje "Y" corresponden a las coordenadas de un plano bidimensional de una imagen. El tercer eje del gráfico representa la medición del brillo de los píxeles en su ubicación (X, Y). Por ejemplo, según se ilustra en el gráfico 210 de la información de brillo de los datos de imagen, el brillo de los píxeles en los datos de imagen aumenta generalmente al aumentar el valor de "Y" (p. ej., los píxeles que representan el lado derecho de la imagen son más brillantes que los píxeles que representan el lado izquierdo de la imagen).

El sistema de procesamiento de imágenes puede determinar valores de atenuación de lente, en 216. En una realización específica, los valores de atenuación de lente son calculados en base a una función de la ubicación de los píxeles y pueden representar valores de ganancia a aplicar a los píxeles. Según se ilustra en la FIG. 2 con un gráfico 214 de los valores de atenuación de lente, un eje "X" y un eje "Y" corresponden a las coordenadas de un plano bidimensional de una imagen. El tercer eje representa los valores de atenuación de lente de los píxeles en ubicaciones específicas (X, Y). En una realización específica, al menos un valor de atenuación de lente se calcula a partir de una función de corrección de atenuación de lente. Por ejemplo, de acuerdo al gráfico 214 de los valores de atenuación de lente, los valores de atenuación de lente aumentan al aumentar la distancia desde el centro de la imagen. En este caso, los píxeles que representan los bordes externos de la imagen tienen los más altos valores correspondientes de atenuación de lente.

El sistema de procesamiento de imágenes puede corregir los valores de atenuación de lente en base a información de brillo, en 220. La corrección de los valores de atenuación de lente en base a la información de brillo puede incluir reducir al menos un valor de atenuación de lente cuando una realización de la operación de corrección de atenuación de lente aumente un valor de brillo de un píxel por encima de un umbral de brillo 226. Por ejemplo, la realización de la operación de corrección de atenuación de lente, usando los valores de atenuación de lente procedentes del gráfico 214 de valores de atenuación de lente, aumentaría la información de brillo de los datos de imagen por encima del umbral de brillo 226. Alternativamente, o además, la corrección de los valores de atenuación de lente en base a la información de brillo puede incluir aumentar dichos uno o más valores de atenuación de lente. En una realización específica, aumentar o reducir los valores de atenuación de lente puede incluir introducir un cambio en la función de corrección de atenuación de lente. Por ejemplo, la función de corrección de atenuación de lente puede ser cambiada por el agregado de un coeficiente a un término de una ecuación que representa la función de corrección de atenuación de lente.

La FIG. 2 incluye un gráfico 218 de valores corregidos de atenuación de lente, que han sido reducidos. Según se ilustra en el gráfico 218, los valores de atenuación de lente correspondientes a los píxeles que representan el lado derecho de la imagen fueron reducidos en base a la información de brillo para impedir la sobresaturación. Por ejemplo, en respuesta al cálculo de información de brillo de los píxeles que representan el lado derecho de la imagen que está cerca del umbral de brillo 226, el sistema de procesamiento de imágenes puede reducir los valores de atenuación de lente que corresponden a los píxeles que representan el lado derecho de la imagen, a fin de evitar que la información de brillo de los píxeles supere el umbral de brillo 226 después de la realización de la operación de corrección de atenuación de lente. Sin embargo, los valores de atenuación de lente a aplicar al lado izquierdo de la imagen no fueron reducidos en el gráfico 218, porque la realización de la operación de corrección de atenuación de lente, usando los valores no corregidos de atenuación de lente, no aumentaría la información de brillo de los píxeles que representan el lado izquierdo por encima del umbral.

El sistema de procesamiento de imágenes puede realizar una operación de corrección de atenuación de lente usando los valores corregidos de atenuación de lente, en 224. En una realización específica, la realización de una operación de corrección de atenuación de lente incluye aplicar valores corregidos de atenuación de lente a los

píxeles correspondientes. Por ejemplo, según se ilustra en un gráfico 222 de información de brillo de datos corregidos, el brillo de los datos de imagen de los píxeles que representan el lado derecho de la imagen fue aumentado en un porcentaje inferior al del brillo de los datos de imagen de los píxeles que representan el lado izquierdo de la imagen.

5 Con referencia a la FIG. 3, se ilustra una realización ilustrativa de un sistema de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo y se indica en general con 300. El sistema de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 300 puede ser el sistema de captura y procesamiento de imágenes 100 de la FIG. 1. En una realización específica, según se ilustra en la FIG. 3, el sistema de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 300 incluye una lente 391, un sensor 390 y un procesador de imágenes 368. El procesador de imágenes 368 está acoplado con el sensor 390, y el sensor 390 puede estar acoplado con la lente 391. El procesador de imágenes 368 puede incluir una memoria 308, un módulo de selección de atenuación de lente 301, un módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 y un módulo de control de ganancia 304. El módulo de selección de atenuación de lente 301 determina los valores iniciales de atenuación de lente, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 corrige los valores de atenuación de lente en base a información de brillo, y el módulo de control de ganancia 304 aplica los valores corregidos de atenuación de lente a los datos de imagen después de verificar que los valores corregidos de atenuación de lente satisfacen los umbrales de ganancia superior e inferior.

20 El sensor 390 está configurado para capturar una imagen 350 recibida mediante la lente 391 y comunicar la imagen 350 al procesador de imágenes 368, como datos de imagen. En una realización específica, los datos de imagen incluyen información de brillo 311 de la imagen 350, además de valores individuales de píxel. Alternativamente, el procesador de imágenes 368 puede ser configurado para calcular la información de brillo 311. Según se ilustra, la información de brillo 311 puede incluir medidas de brillo para cada región de una cuadrícula 314, tales como una primera medición de brillo (B_1) 312 y una segunda medición de brillo (B_2) 313.

30 En una realización específica, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 está configurado para definir una pluralidad de regiones de la imagen 350, incluyendo una primera región definida y una segunda región definida. En una realización específica, la pluralidad de regiones corresponde a la cuadrícula 314 de regiones de tamaño esencialmente igual. En la realización ilustrada en la FIG. 3, la cuadrícula 314 incluye dieciséis regiones cuadradas de igual tamaño. Alternativamente, la cuadrícula 314 puede incluir cualquier número de regiones, y las regiones de igual tamaño pueden ser rectangulares, piramidales o de otra forma. Además, en otras realizaciones, las regiones pueden tener distintos tamaños.

35 Según se ilustra, la pluralidad de regiones (p. ej., las dieciséis regiones cuadradas de igual tamaño de la FIG. 3) están definidas antes de determinar la información de brillo de las regiones individuales. Sin embargo, en otras realizaciones, el procesador de imágenes 368 puede ser configurado para definir al menos una región de los datos de imagen. En una realización específica, al menos una región entre la pluralidad de regiones es identificada usando detección de bordes. Por ejemplo, una región puede ser identificada por contener píxeles con niveles de brillo esencialmente similares, donde los niveles de brillo esencialmente similares difieren de los niveles de brillo fuera de la región en una magnitud predeterminada.

45 El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede ser configurado para corregir al menos un valor de atenuación de lente, a usar en una operación de corrección de atenuación de lente en base a la información de brillo 311. En una realización específica, la corrección de dicho al menos un valor de atenuación de lente en base a la información de brillo 311 incluye reducir dicho al menos un valor de atenuación de lente cuando una realización de la operación de corrección de atenuación de lente aumentaría un valor de brillo de un píxel por encima de un umbral de brillo. En una realización específica, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 está configurado para corregir un primer valor de atenuación de lente ($LROV_1$) 315 en base a la primera medición de brillo 312 de una primera región definida de la imagen 350. El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede ser configurado para corregir un segundo valor de atenuación de lente ($LROV_2$) 316 en base a la segunda medición de brillo 313 de una segunda región definida de la imagen 350.

55 El módulo de control de ganancia 304 puede ser configurado para corregir dicho al menos un valor de atenuación de lente en base a un umbral de ganancia. Por ejemplo, la corrección de dicho al menos un valor de atenuación de lente en base al umbral de ganancia incluye reducir dicho al menos un valor de atenuación de lente cuando dicho al menos un valor de atenuación de lente está por encima de un umbral de ganancia superior 340. Alternativamente, la corrección de dicho al menos un valor de atenuación de lente en base al umbral de ganancia puede incluir aumentar dicho al menos un valor de atenuación de lente cuando el valor de atenuación de lente está por debajo de un umbral de ganancia inferior 341.

65 El módulo de control de ganancia 304 puede ser configurado para realizar la operación de corrección de atenuación de lente usando los valores corregidos de atenuación de lente. En una realización específica, la realización de la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen incluye aumentar un valor de brillo de un píxel en los datos de imagen. El aumento del valor de brillo del píxel incluye multiplicar el valor de brillo del píxel por

al menos un valor corregido de atenuación de lente. Durante la operación de corrección de atenuación de lente, la magnitud en la cual se aumente el valor de brillo del píxel puede estar basada en los valores corregidos de atenuación de lente. Por ejemplo, el módulo de control de ganancia 304 puede ser configurado para ajustar un primer valor de píxel (P_1) 351 en la primera región definida, en base, al menos parcialmente, a un primer valor corregido de atenuación de lente (CV_1) 319. En una realización específica, el módulo de control de ganancia 304 está configurado para ajustar un segundo valor de píxel (P_2) 252 de la segunda región definida, en base, al menos parcialmente, a un segundo valor corregido de atenuación de lente (CV_2) 320. Alternativamente, el módulo de control de ganancia 304 puede ajustar los valores de píxel en base a una combinación de los valores corregidos de atenuación de lente y de otra información. Por tanto, los valores de píxel ajustados están basados, al menos parcialmente, en los valores corregidos de atenuación de lente, pero pueden estar basados en información adicional.

Durante el funcionamiento, el sensor 390 puede recibir la imagen 350 y convertir la imagen 350 en datos de imagen que pueden ser recibidos por el módulo de selección de atenuación de lente 301. En base a los datos de imagen, el módulo de selección de atenuación de lente 301 puede generar una característica de atenuación de lente tal como una condición de iluminación, y usar la característica de atenuación de lente para seleccionar una tabla de escenarios de valores de atenuación de lente 306 entre una pluralidad de tablas de escenarios de valores de atenuación de lente 307. Alternativamente, la tabla de escenarios de valores de atenuación de lente 306 puede ser directamente seleccionada por un usuario. Por ejemplo, el usuario puede seleccionar la tabla de escenarios de valores de atenuación de lente 306 en base a las condiciones de iluminación antes de que la imagen 350 sea capturada, tal como seleccionando una tabla de escenarios de valores de atenuación de lente de luz baja, cuando las condiciones de luz baja están presentes en el momento antes de que la imagen 350 sea capturada. Alternativamente, el módulo de selección de atenuación de lente 301 puede escoger una tabla de escenarios de valores de atenuación de lente de luz alta, cuando el sensor 390 indica que están presentes condiciones de luz alta en el momento antes de que la imagen 350 sea capturada. En otras realizaciones, la selección de una tabla de escenarios de valores de atenuación de lente es realizada después de que la imagen 350 es capturada. La tabla de escenarios de valores de atenuación de lente 306 seleccionada y la pluralidad de tablas de escenarios de valores de atenuación de lente 307 pueden ser almacenadas en la memoria 308.

Después de la selección de la tabla de escenarios de valores de atenuación de lente 306, el módulo de selección de atenuación de lente 301 puede usar los valores en la tabla de escenarios de valores de atenuación de lente 306 seleccionada para determinar un factor de corrección a aplicar a los datos de imagen. En una realización específica, el factor de corrección aplicado a los píxeles en los datos de imagen puede depender de la ubicación de los píxeles con respecto al centro de la imagen 350. Por ejemplo, el factor de corrección aplicado al píxel puede aumentar según aumenta la distancia del píxel al centro de la imagen 350. En una realización específica, cada factor de corrección correspondiente a las ubicaciones de píxel de los datos de imagen seleccionados o calculados por el módulo de selección de atenuación de lente 301 da como resultado valores de atenuación de lente. Por ejemplo, el factor de corrección aplicado a un primer píxel puede dar como resultado el primer valor de atenuación de lente 315. En una realización específica, la aplicación del factor de corrección aplicado a un segundo píxel da como resultado el segundo valor de atenuación de lente 316. El módulo de selección de atenuación de lente 301 puede almacenar el primer valor de atenuación de lente 315 y el segundo valor de atenuación de lente 316 en la memoria 308, en una tabla de valores de atenuación de lente 309. Aunque el módulo de selección de atenuación de lente 301 está descrito como generador o calculador de los valores de atenuación de lente en base a datos obtenidos de la tabla de escenarios de atenuación de lente 306 seleccionada, en otras realizaciones, dicho al menos un valor de atenuación de lente puede ser extraído de una tabla de escenarios de corrección de atenuación de lente (p. ej., la tabla de escenarios de atenuación de lente 306 seleccionada puede incluir los valores de atenuación de lente 315 y 316).

Los datos de imagen y los valores de atenuación de lente, incluyendo el primer valor de atenuación de lente 315 y el segundo valor de atenuación de lente 316, pueden ser comunicados al módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302. El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede extraer el primer valor de atenuación de lente 315 y el segundo valor de atenuación de lente 316 desde la tabla de valores de atenuación de lente 309. Alternativamente, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede recibir el primer valor de atenuación de lente 315 y el segundo valor de atenuación de lente 316 desde el módulo de selección de atenuación de lente 301.

El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede recibir la información de brillo 311 que incluye una medición de brillo de múltiples regiones de la imagen 350. La información de brillo 311 puede incluir una medición de brillo de cada píxel en cada región de la imagen 350, o una medición de brillo medio en cada región en la imagen 350. Por ejemplo, la información de brillo 311 puede corresponder a estadísticas de equilibrio del blanco, calculadas externamente al módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302. Alternativamente, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede determinar la medición de brillo medio de cada región. El brillo medio de una región puede ser calculado dividiendo una suma de las mediciones de brillo de cada píxel en la región entre el número total de píxeles en la región. Por ejemplo, una primera región de la imagen 350 puede ser representada por doscientos cincuenta píxeles que incluyen el primer píxel. La división de la suma de todas las doscientas cincuenta mediciones de brillo de los píxeles entre doscientos cincuenta da como resultado una medición de brillo medio (p. ej., la primera medición de brillo 312) de la primera región.

El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede ajustar el primer valor de atenuación de lente 315 y el segundo valor de atenuación de lente 316 en base a la información de brillo 311. En una realización, el primer valor de atenuación de lente 315 es un valor que representa la ganancia a aplicar a un primer valor de píxel, a corregir para la atenuación de lente del primer píxel. Por ejemplo, cuando el primer valor de atenuación de lente 315 es igual a 1,35, el brillo del primer píxel puede ser aumentado por una ganancia de 1,35, a corregir para la atenuación de lente del primer píxel. El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede ajustar el primer valor de atenuación de lente 315 en base a la primera medición de brillo 312 de la primera región que incluye el primer píxel, tal como la medición de brillo medio de la primera región.

El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede ajustar el primer valor de atenuación de lente 315 reduciendo una ganancia a aplicar al primer valor de píxel. Por ejemplo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede reducir el primer valor de atenuación de lente 315 cuando un brillo medio (p. ej., la primera medición de brillo 312) en la primera región supera un primer umbral de brillo. El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede almacenar el resultado de la reducción del primer valor de atenuación de lente 315 como el primer valor corregido de atenuación de lente 319. El primer valor corregido de atenuación de lente 319 puede ser almacenado en una tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318 en la memoria 308. Por ejemplo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede reducir el primer valor de atenuación de lente 315 (p. ej., 1,35) hasta un valor ajustado de 1,01 y puede almacenar el valor ajustado 1,01 como el primer valor corregido de atenuación de lente 319 en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318 en la memoria 308.

En una realización, el segundo valor de atenuación de lente 316 es un valor que representa la ganancia que puede ser aplicada a un segundo píxel, a corregir para la atenuación de lente del segundo píxel. Por ejemplo, cuando el segundo valor de atenuación de lente 316 es igual a 1,13, el brillo del segundo píxel puede ser aumentado por una ganancia de 1,13, a corregir para la atenuación de lente del segundo píxel. El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede ajustar el segundo valor de atenuación de lente 316 en base a la segunda medición de brillo 313 de la segunda región que incluye el segundo píxel.

El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede ajustar el segundo valor de atenuación de lente 316 aumentando una ganancia a aplicar al segundo píxel. Por ejemplo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede aumentar el segundo valor de atenuación de lente 316 cuando un brillo medio (p. ej., la segunda medición de brillo 313) en la segunda región supera un segundo umbral de brillo. El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede almacenar el resultado del aumento del segundo valor de atenuación de lente 316 como el segundo valor corregido de atenuación de lente 320. El segundo valor corregido de atenuación de lente 320 puede ser almacenado en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318. Por ejemplo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede aumentar el segundo valor de atenuación de lente 316 (p. ej., 1,13) hasta un valor ajustado de 1,30 y puede almacenar el valor ajustado 1,30 como el segundo valor corregido de atenuación de lente 320 en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318 en la memoria 308.

El módulo de control de ganancia 304 puede recibir datos de imagen desde el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 y extraer los valores corregidos de atenuación de lente desde la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318. El módulo de control de ganancia 304 puede ajustar el primer valor corregido de atenuación de lente 319 y el segundo valor corregido de atenuación de lente 320, almacenados en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318. Por ejemplo, el módulo de control de ganancia 304 reduce los valores almacenados en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318 cuando los valores están por encima de un umbral de ganancia superior 340. Por ejemplo, cuando el primer valor corregido de atenuación de lente 319 es igual a 1,30 y el umbral de ganancia superior 340 es un primer umbral de ganancia igual a 1,175, el módulo de control de ganancia 304 puede reducir el primer valor corregido de atenuación de lente 319 hasta 1,175 y puede almacenar, optativamente, el valor reducido en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318.

En una realización específica, los valores almacenados en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318 son aumentados por el módulo de control de ganancia 304 después de que el módulo de control de ganancia 304 detecta que los valores corregidos de atenuación de lente de la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318 están por debajo de un umbral de ganancia inferior 341. Por ejemplo, cuando el segundo valor corregido de atenuación de lente 320 es igual a 1,01 y el umbral de ganancia inferior 341 es un segundo umbral de ganancia igual a 1,05, el módulo de control de ganancia 304 puede aumentar el segundo valor corregido de atenuación de lente 320 hasta 1,05 y, optativamente, puede almacenar el valor aumentado en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318.

El módulo de control de ganancia 304 puede aplicar los valores corregidos de atenuación de lente, tales como el primer valor corregido de atenuación de lente 319 y el segundo valor corregido de atenuación de lente 320, para ajustar el brillo de los píxeles de los datos de imagen. En una realización específica, el módulo de control de ganancia 304 aumenta el brillo 351 del primer píxel en el valor almacenado como el primer valor corregido de atenuación de lente 319 en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318. El módulo de control de

ganancia 304 puede multiplicar el brillo 351 del primer píxel por el primer valor corregido de atenuación de lente 319. Por ejemplo, cuando el brillo 351 del primer píxel es igual a 1,1 y el primer valor corregido de atenuación de lente 319 es igual a 1,75, el módulo de control de ganancia 304 puede multiplicar el brillo 351 (p. ej., 1,1) del primer píxel por el primer valor corregido de atenuación de lente 319 (p. ej., 1,75), dando como resultado un producto igual a 1,925. El módulo de control de ganancia 304 puede aumentar el brillo 351 del primer píxel hasta 1,925.

El módulo de control de ganancia 304 puede reducir el brillo 352 de un segundo píxel en base al segundo valor corregido de atenuación de lente 320. Por ejemplo, cuando el brillo 352 de un segundo valor de píxel es igual a 1,4 y el segundo valor corregido de atenuación de lente 320 es igual a 0,80, la multiplicación del brillo 352 (p. ej., 1,4) del segundo píxel por el segundo valor corregido de atenuación de lente 320 (p. ej., 0,80) da como resultado un producto igual a 1,12. El módulo de control de ganancia 304 puede reducir el brillo 352 del segundo píxel hasta 1,12. El módulo de control de ganancia 304 puede transmitir los datos de imagen ajustados para su procesamiento adicional a otros módulos, tales como el módulo de reducción de ruido 116 en el sistema de procesamiento de imágenes 130 de la FIG. 1.

La corrección de los valores de atenuación de lente (p. ej., el primer valor de atenuación de lente 315 y el segundo valor de atenuación de lente 316) usados durante la operación de corrección de atenuación de lente puede preservar detalles dentro de la imagen 150, en particular, en áreas brillantes o de luz baja de la imagen 150. Por ejemplo, los valores de atenuación de lente producidos por el módulo de selección de atenuación de lente 301 para una imagen de una ilustración de paisaje que incluye un horizonte brillante en el borde superior de la ilustración puede aumentar el brillo de píxeles muy brillantes. En una realización, el aumento del brillo de los píxeles que representan el horizonte puede dar como resultado una pérdida de detalle en el horizonte. Por ejemplo, las variaciones en color y oscuridad en las nubes que son parte del horizonte pueden ser menos distinguibles según aumenta el brillo de todas las nubes. En lugar de aumentar el brillo de un píxel de nube, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 puede reducir el brillo de un píxel que representa una nube después de determinar que la región que circunda el píxel de nube ya es brillante. Incluso aunque el píxel que representa la nube esté en un área de la imagen que puede tener un brillo reducido debido a la atenuación de lente, el brillo del píxel de nube puede ser disminuido. Por tanto, el sistema de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 300 de la FIG. 3 puede preservar el detalle de la imagen.

Con referencia a la FIG. 4, un diagrama general ilustra la corrección de valores de atenuación de lente en base a información de brillo, y se indica, en general, con 300. Un módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo (p. ej., el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 de la FIG. 2) puede corregir valores de atenuación de lente almacenados en una tabla de valores de atenuación de lente 401 y puede almacenar los valores corregidos de atenuación de lente en una tabla corregida de atenuación de lente 402.

Por ejemplo, en la FIG. 4, un primer valor de atenuación de lente 403 es igual a 1,2500. La corrección del primer valor de atenuación de lente 403 puede incluir reducir el primer valor de atenuación de lente 403 en base a información de brillo. Por ejemplo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 de la FIG. 3 puede reducir un primer valor de atenuación de lente 403 cuando un brillo medio en una primera región supera un primer umbral de brillo. El valor reducido de atenuación de lente puede ser almacenado como un primer valor corregido de atenuación de lente 404. En una realización específica, el primer valor corregido de atenuación de lente 404 puede ser almacenado en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 402. Por ejemplo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 de la FIG. 3 puede reducir el primer valor de atenuación de lente 315, que es igual a 1,2500, hasta 1,0103 y almacenar el valor 1,0103 como el primer valor corregido de atenuación de lente 319 en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318.

Como otro ejemplo, en la FIG. 4, un segundo valor de atenuación de lente 405 es igual a 1,1300. La corrección del segundo valor de atenuación de lente 405 puede incluir que el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 aumente el segundo valor de atenuación de lente 405 a aplicar al segundo píxel. Por ejemplo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 de la FIG. 3 puede aumentar el segundo valor de atenuación de lente 405 cuando un brillo medio en una segunda región está por debajo de un segundo umbral de brillo. El valor aumentado de atenuación de lente puede ser almacenado como el segundo valor corregido de atenuación de lente 406. Por ejemplo, el segundo valor corregido de atenuación de lente 306 puede ser almacenado en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 402. Por ejemplo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 de la FIG. 3 puede reducir un segundo valor de atenuación de lente 316, que es igual a 1,2500, hasta 1,0103 y almacenar el valor 1,0103 como el segundo valor corregido de atenuación de lente 320 en la tabla de valores corregidos de atenuación de lente 318.

Según lo ilustrado en la implementación específica de la FIG. 4, los valores de atenuación de lente pueden ser proporcionados a ubicaciones representativas de píxeles, tales como el centro de cada región de la cuadrícula 314, y un valor de atenuación de lente para cada píxel puede ser calculado mediante una interpolación bi-cúbica o bilineal de los valores proporcionados. Sin embargo, en otras realizaciones, la operación de los valores de atenuación de

lente, en cambio, puede ser implementada píxel por píxel, tal como calculando un valor de una función de corrección en cada ubicación de píxel.

5 La FIG. 5 es un diagrama de flujo de una primera realización ilustrativa de un procedimiento 500 de realización de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo sobre los datos de imagen. En una realización específica, el procedimiento 500 es realizado por cualquiera de los sistemas de las FIGs. 1 a 3, o cualquier combinación de los mismos. Los datos de imagen son recibidos en 502. Por ejemplo, el procesador de imágenes 368 de la FIG. 3 recibe datos de imagen desde el sensor 390. La información de brillo de los datos de imagen se calcula en 504. Por ejemplo, el procesador de imágenes 368 de la FIG. 3 puede calcular la información de brillo 311 de los datos de imagen. Al menos un valor de atenuación de lente, a usar en una operación de corrección de atenuación de lente, es corregido en base a la información de brillo en 506. Por ejemplo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 corrige el primer valor de atenuación de lente 315 en base a la primera medición de brillo 312 de la información de brillo 311. La operación de corrección de atenuación de lente se realiza sobre los datos de imagen usando dicho al menos un valor corregido de atenuación de lente, en 508. Por ejemplo, el módulo de control de ganancia 304 realiza la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen (p. ej., el valor de píxel 351), usando dicho al menos un valor corregido de atenuación de lente (p. ej., el valor corregido de atenuación de lente 319).

20 La realización de la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen, usando valores corregidos en base a información de brillo, puede preservar o realzar detalles dentro de los datos de imagen, en particular, en áreas brillantes o de luz baja de los datos de imagen. Por ejemplo, se impide que las regiones brillantes superen un umbral de brillo, para impedir la sobresaturación, y las áreas oscuras pueden ser realzadas.

25 La FIG. 6 es un diagrama de bloques de una realización específica de un dispositivo 600 para realizar una operación de corrección de atenuación de lente sobre datos de imagen, usando valores corregidos en base a información de brillo. El dispositivo 600 incluye un dispositivo sensor de imagen 620 que está acoplado con una lente 668 y que también está acoplado con un grupo de chips procesadores de aplicaciones de un dispositivo portátil de multimedia 670. El dispositivo sensor de imagen 620 incluye un módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 664 que puede implementar uno o más de los módulos o sistemas de las FIGs. 1 a 3, y puede funcionar de acuerdo a cualquiera de las realizaciones o procedimientos de la FIG. 5, o cualquier combinación de los mismos.

35 El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 664 está configurado para recibir datos de imagen desde una formación de imágenes 650, tal como mediante un convertidor de analógico a digital (A / D) 626 configurado para recibir una salida de la formación de imágenes 650. El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 664 puede corregir valores de atenuación de lente en base a mediciones de brillo obtenidas de imágenes capturadas en la formación de imágenes 650, para permitir la funcionalidad de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo con la formación de imágenes 650. Además, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 664 puede comprimir la imagen resultante para que sea compatible con mecanismos de transporte y almacenamiento de resolución menor. Por ejemplo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 664 puede incluir el módulo de selección de atenuación de lente 301 de la FIG. 3, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 302 de la FIG. 3 y el módulo de control de ganancia 304 de la FIG. 3.

45 El dispositivo sensor de imagen 620 también puede incluir un procesador 610. En una realización específica, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 664 es ejecutado por el procesador 610. Por ejemplo, el procesador 610 puede ser configurado para leer instrucciones desde un medio legible por procesador, y para ejecutar las instrucciones para implementar las funciones del módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 664. En otra realización, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 664 es implementado como circuitos de procesamiento de imágenes.

50 El procesador 610 también puede ser configurado para realizar operaciones adicionales de procesamiento de imágenes, tales como una o más de las operaciones realizadas por los módulos 114, 116 y 118 de la FIG. 1. El procesador 610 puede proporcionar datos de imagen procesados al grupo de chips procesadores de aplicaciones del dispositivo portátil de multimedia 670, para su procesamiento, transmisión, almacenamiento y visualización adicionales, o cualquier combinación de los mismos.

60 Los datos de imagen desde la formación de imágenes 650 pueden ser transmitidos al módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 664, para realizar una operación de corrección de atenuación de lente sin cambios en el hardware de la formación de imágenes 650. Por tanto, la corrección de atenuación de lente en base a información de brillo puede ser realizada sobre datos de imagen y puede ser implementada con hardware existente de formaciones de imágenes.

65 La FIG. 7 es un diagrama de bloques de una realización de un dispositivo de comunicación inalámbrica 700 que tiene un módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 764. El dispositivo de comunicación inalámbrica 700 puede ser implementado como un dispositivo electrónico inalámbrico portátil que

incluye un procesador 710, tal como un procesador de señales digitales (DSP), acoplado con una memoria 732. En un ejemplo ilustrativo, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 764 incluye uno o más de los módulos o sistemas de las FIGs. 1 a 3 y 6, o funciona de acuerdo a cualquiera de las realizaciones o procedimientos de la FIG. 5, o cualquier combinación de los mismos. El módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 764 puede ser incorporado al procesador 710 o puede ser un dispositivo por separado.

En una realización, el dispositivo de comunicación inalámbrica 700 incluye una interfaz de cámara 768 que está acoplada con el procesador 710, y también está acoplada con una cámara, tal como una cámara de vídeo o cámara fija 770. Un controlador de visor 726 está acoplado con el procesador 710 y con un dispositivo visor 728. Un codificador / descodificador (CODEC) 734 puede también estar acoplado con el procesador 710. Un altavoz 736 y un micrófono 738 pueden estar acoplados con el CODEC 734. Una interfaz inalámbrica 740 puede estar acoplada con el procesador 710 y con una antena inalámbrica 742.

En una realización específica, el procesador 710 incluye el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 764 y está adaptado para recibir datos de imagen capturados por la cámara 770, para capturar información de brillo de los datos de imagen, corregir al menos un valor de atenuación de lente a usar en una operación de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo, y realizar la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen, usando la funcionalidad del valor corregido de atenuación de lente con la cámara 770. Además, el módulo de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo 764 puede comprimir una imagen procesada resultante, para que sea compatible con mecanismos de transporte y almacenamiento de menor resolución.

El procesador 710 también puede ser adaptado para generar y comprimir datos de imagen con corrección de atenuación de lente en base a información de brillo, que pueden ser recibidos desde diversos orígenes. Por ejemplo, los datos de imagen pueden incluir datos de vídeo o imágenes fijas procedentes de la cámara 770, datos de imagen desde una transmisión inalámbrica recibida mediante la interfaz inalámbrica 740, o desde otros orígenes tales como un dispositivo externo acoplado mediante una interfaz (no mostrada) del bus universal en serie (USB), como ejemplos ilustrativos y no limitadores.

En una realización específica, el procesador 710 está configurado para generar datos de imagen con valores de ganancia ajustados, añadidos a los valores de píxel de la imagen, y para proporcionar los datos de imagen ajustados para su exhibición en el dispositivo visor 728. Además, el procesador 710 puede estar adicionalmente configurado para almacenar los datos de imagen en la memoria 732 o para proporcionar los datos de imagen a comunicar mediante la interfaz inalámbrica 740.

El controlador de visor 726 está configurado para recibir los datos de imagen procesados y proporcionar los datos de imagen procesados al dispositivo visor 728. Además, la memoria 732 puede ser configurada para recibir y almacenar los datos de imagen procesados, y la interfaz inalámbrica 740 puede ser configurada para recibir los datos de imagen procesados, para su transmisión mediante la antena 742.

En una realización específica, el procesador de señales 710, el controlador de visor 726, la memoria 732, el CODEC 734, la interfaz inalámbrica 740 y la interfaz de cámara 768 están incluidos en un dispositivo de sistema-en-un-paquete o de sistema-en-un-chip 722. En una realización específica, un dispositivo de entrada 730 y una fuente de alimentación 744 están acoplados con el dispositivo de sistema-en-un-chip 722. Además, en una realización específica, según lo ilustrado en la FIG. 6, el dispositivo visor 728, el dispositivo de entrada 730, el altavoz 736, el micrófono 738, la antena inalámbrica 742, la cámara de vídeo 770 y la fuente de alimentación 744 son externos al dispositivo de sistema-en-un-chip 722. Sin embargo, cada uno entre el dispositivo visor 728, el dispositivo de entrada 730, el altavoz 736, el micrófono 738, la antena inalámbrica 742, la cámara de vídeo 770 y la fuente de alimentación 744 puede estar acoplado con un componente del dispositivo de sistema-en-un-chip 722, tal como una interfaz o un controlador.

Los expertos en la técnica apreciarán además que los diversos bloques lógicos ilustrativos, las configuraciones, los módulos, los circuitos y las etapas de algoritmo descritos con relación a las realizaciones divulgadas en la presente memoria pueden ser implementados como hardware electrónico, software de ordenador ejecutándose en un procesador, o combinaciones de ambos. Diversos componentes ilustrativos, bloques, configuraciones, módulos, circuitos y etapas han sido descritos anteriormente, en general, en términos de su funcionalidad. Si tal funcionalidad es implementada como hardware o software depende de la aplicación específica y las restricciones de diseño impuestas sobre el sistema global. Los artesanos expertos pueden implementar la funcionalidad descrita de maneras variables para cada aplicación específica, pero tales decisiones de implementación no deberían ser interpretadas como causantes de un alejamiento del ámbito de la presente divulgación.

Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito con relación a las realizaciones divulgadas en la presente memoria pueden ser realizadas directamente en hardware, en software que incluya instrucciones ejecutadas por un procesador, o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria flash, memoria de solo lectura (ROM), memoria programable de solo lectura (PROM), memoria

5 programable y borrrable de solo lectura (EPROM), memoria programable y eléctricamente borrrable de solo lectura (EEPROM), registros, un disco rígido, un disco extraíble, una memoria de disco compacto de solo lectura (CD-ROM), o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio ejemplar de almacenamiento está acoplado con el procesador de modo que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC). El ASIC puede residir en un dispositivo informático o un terminal de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un dispositivo informático o terminal de usuario.

10 La descripción previa de las realizaciones divulgadas se proporciona para permitir a cualquier persona experta en la técnica hacer o usar las realizaciones divulgadas. Diversas modificaciones para estas realizaciones serán inmediatamente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios definidos en la presente memoria pueden ser aplicados a otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la divulgación. Por tanto, la presente divulgación no está concebida para limitarse a las realizaciones mostradas en la presente memoria, sino que ha de acordarse el más amplio ámbito posible, congruente con los principios y características novedosas, según lo definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (500) en un dispositivo electrónico (600) que tiene un sensor de imagen (620) y una lente (668), que comprende:
 - 5 recibir (502) datos de imagen desde el sensor de imagen;
 - obtener valores de atenuación referidos a la lente desde una tabla de escenarios de corrección de atenuación de lente, en la que los valores de atenuación de lente comprenden un primer valor de atenuación de lente (315) y un segundo valor de atenuación de lente (316);
 - 10 identificar una pluralidad de regiones de los datos de imagen usando detección de borde, en donde la pluralidad de regiones comprende una primera región y una segunda región, en las que el valor de atenuación de lente primero y segundo está asociado, respectivamente, a la región primera y segunda;
 - 15 calcular (504) información de brillo de los datos de imagen, en los que la información de brillo incluye una primera medición de brillo (312) de la primera región y una segunda medición de brillo (313) de la segunda región;
 - 20 corregir (506) al menos el primer valor de atenuación de lente (315) y el segundo valor de atenuación de lente (316), a usar en una operación de corrección de atenuación de lente en base a información de brillo, en la que la corrección de al menos los valores de atenuación de lente primero y segundo incluye reducir al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo, cuando una realización de la operación de corrección de atenuación de lente, usando al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo, aumentaría un valor de brillo de un píxel por encima de un umbral de brillo, en donde la operación de corrección de atenuación de lente comprende además corregir el primer valor de atenuación de lente (315) en base a la primera medición de brillo (312) y el segundo valor de atenuación de lente (316) en base a la segunda medición de brillo (313); y
 - 25 realizar (508) la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen, usando al menos el valor corregido de atenuación de lente primero y segundo.
 - 35 2. El procedimiento (500) de la reivindicación 1, en el que la realización de la operación de corrección de atenuación de lente sobre los datos de imagen incluye aumentar un valor de brillo de un píxel en los datos de imagen.
 - 40 3. El procedimiento (500) de la reivindicación 1, que comprende además corregir al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo en base a un umbral de ganancia.
 4. El procedimiento (500) de la reivindicación 3, en el que la corrección de al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo, en base al umbral de ganancia, incluye reducir aquel, entre al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo, que tenga un valor por encima de un umbral de ganancia superior.
 - 45 5. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que la corrección de al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo, en base al umbral de ganancia, incluye aumentar aquel, entre al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo, que tenga un valor por debajo de un umbral de ganancia inferior.
 - 50 6. El procedimiento (500) de la reivindicación 2, en el que el aumento del valor de brillo del píxel incluye multiplicar el valor de brillo del píxel por el valor correspondiente entre al menos el valor corregido de atenuación de lente primero y segundo.
 7. El procedimiento (500) de la reivindicación 1, en el que al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo se calcula a partir de una función de corrección de atenuación de lente.
 - 55 8. El procedimiento (500) de la reivindicación 7, en el que la corrección de al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo incluye cambiar la función de corrección de atenuación de lente.
 - 60 9. El procedimiento (500) de la reivindicación 9, en el que la identificación de al menos una región usando la detección de borde incluye identificar una región que contiene píxeles con niveles de brillo esencialmente similares, en donde los niveles de brillo esencialmente similares difieren de los niveles de brillo fuera de la región identificada, en una magnitud predeterminada.
 - 65 10. Un aparato (600) que comprende:
 - un sensor de imagen (620);

una lente (668);

medios para recibir datos de imagen desde el sensor de imagen;

5 medios para obtener valores de atenuación de lente referidos a la lente desde una tabla de escenarios de corrección de atenuación de lente, en la que los valores de atenuación de lente comprenden un primer valor de atenuación de lente (315) y un segundo valor de atenuación de lente (316);

10 medios para identificar una pluralidad de regiones de los datos de imagen usando detección de borde, en donde la pluralidad de regiones comprende una primera región y una segunda región, en las que el valor de atenuación de lente primero y segundo está asociado, respectivamente, a la región primera y segunda; medios para calcular información de brillo de los datos de imagen, en los que la información de brillo incluye una primera medición de brillo (312) de la primera región y una segunda medición de brillo (313) de la segunda región;

15 medios para corregir al menos el primer valor de atenuación de lente (315) y el segundo valor de atenuación de lente (316), a usar en una operación de corrección de atenuación de lente en base a la información de brillo, reduciendo al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo cuando una realización de la operación de corrección de atenuación de lente, usando al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo, aumentaría un valor de brillo de un píxel por encima de un umbral de brillo, en donde la operación de corrección de atenuación de lente comprende además corregir el primer valor de atenuación de lente (315) en base a la primera medición de brillo (312) y el segundo valor de atenuación de lente (316) en base a la segunda medición de brillo (313); y

20 medios para realizar la operación de corrección de atenuación de lente, usando al menos el valor corregido de atenuación de lente primero y segundo.

11. El aparato (600) de la reivindicación 10, que comprende además medios para corregir al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo, en base a un umbral de ganancia.

12. El aparato (600) de la reivindicación 11, en el que los medios para corregir al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo en base al umbral de ganancia incluye medios para reducir aquel, entre al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo, que tenga un valor por encima de un umbral de ganancia superior.

13. El aparato (600) de la reivindicación 11, en el que los medios para corregir al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo en base al umbral de ganancia incluye medios para aumentar aquel, entre al menos el valor de atenuación de lente primero y segundo, que tenga un valor por debajo de un umbral de ganancia inferior.

14. Un medio legible por ordenador que almacena código ejecutable por ordenador que, cuando es ejecutado por un procesador (710), provoca que el procesador realice el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

45

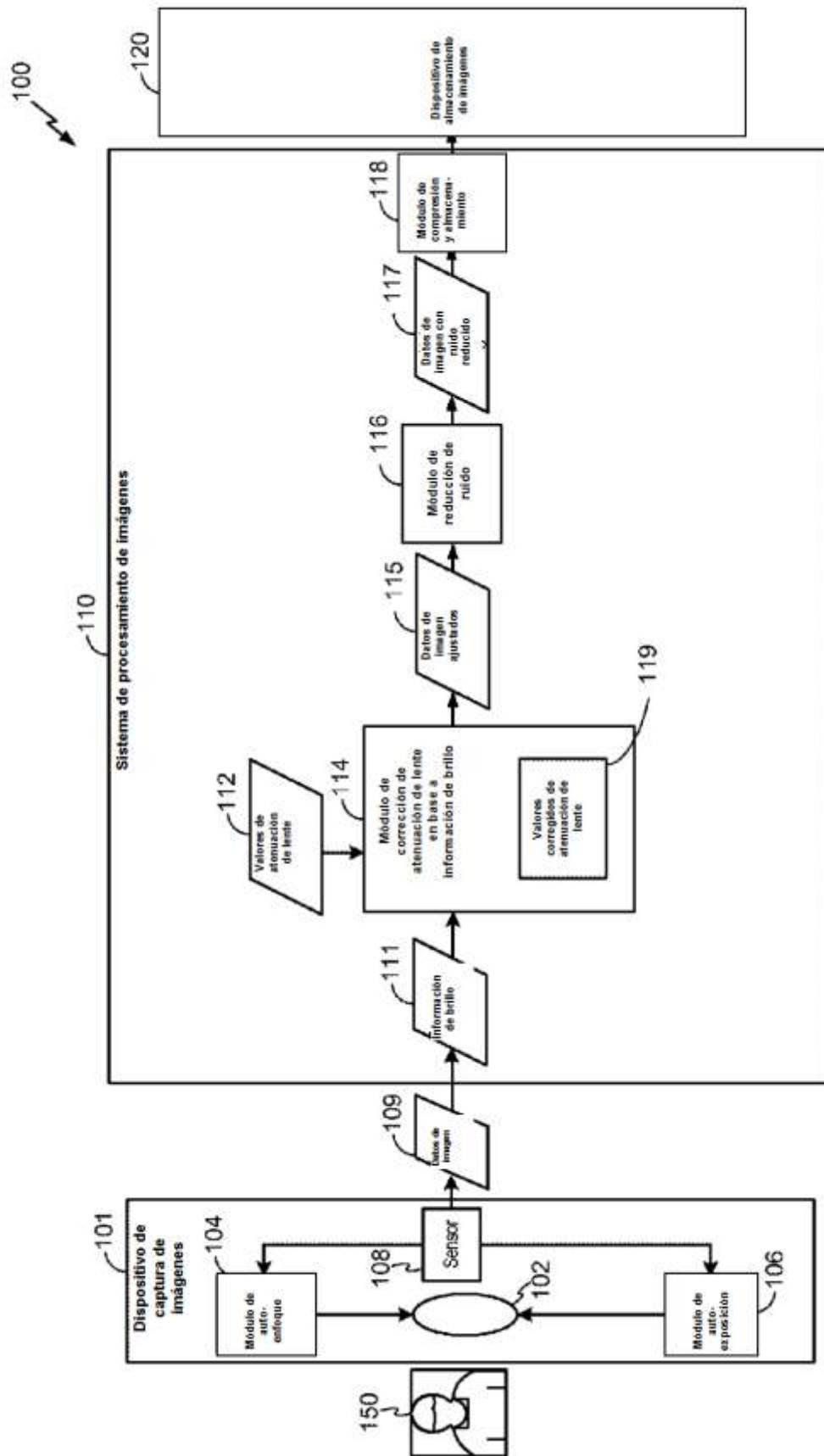
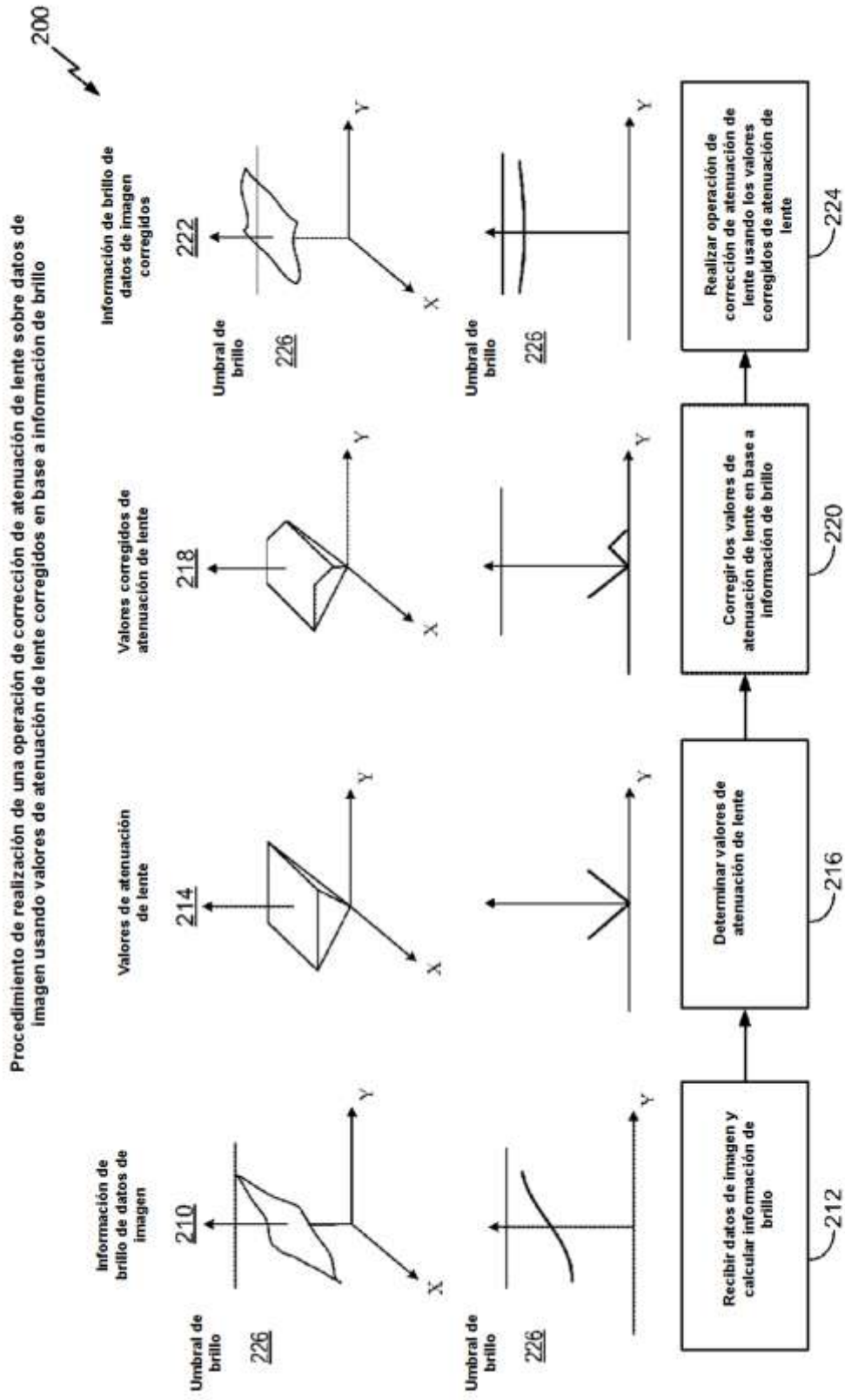


FIG. 1



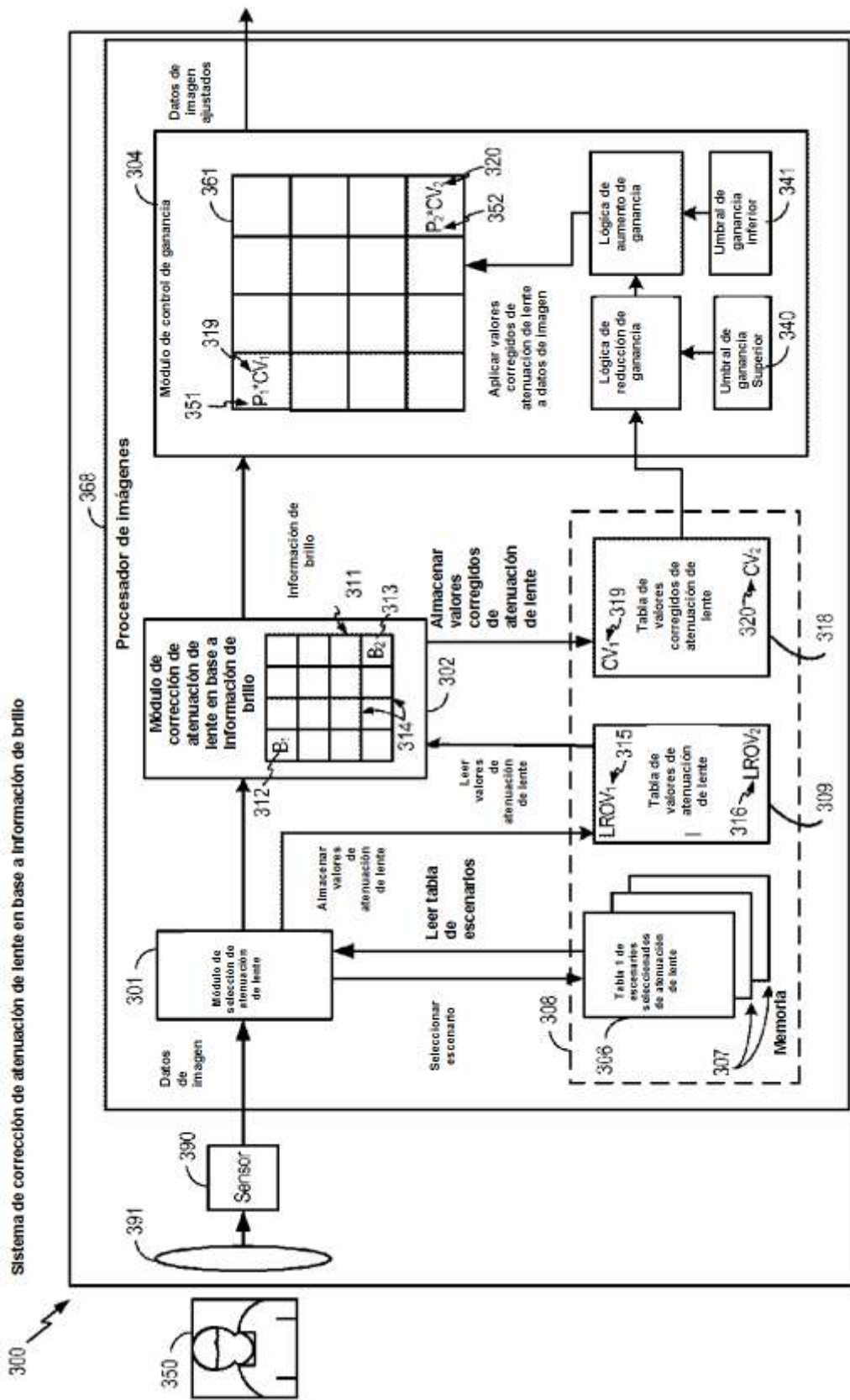


FIG. 3

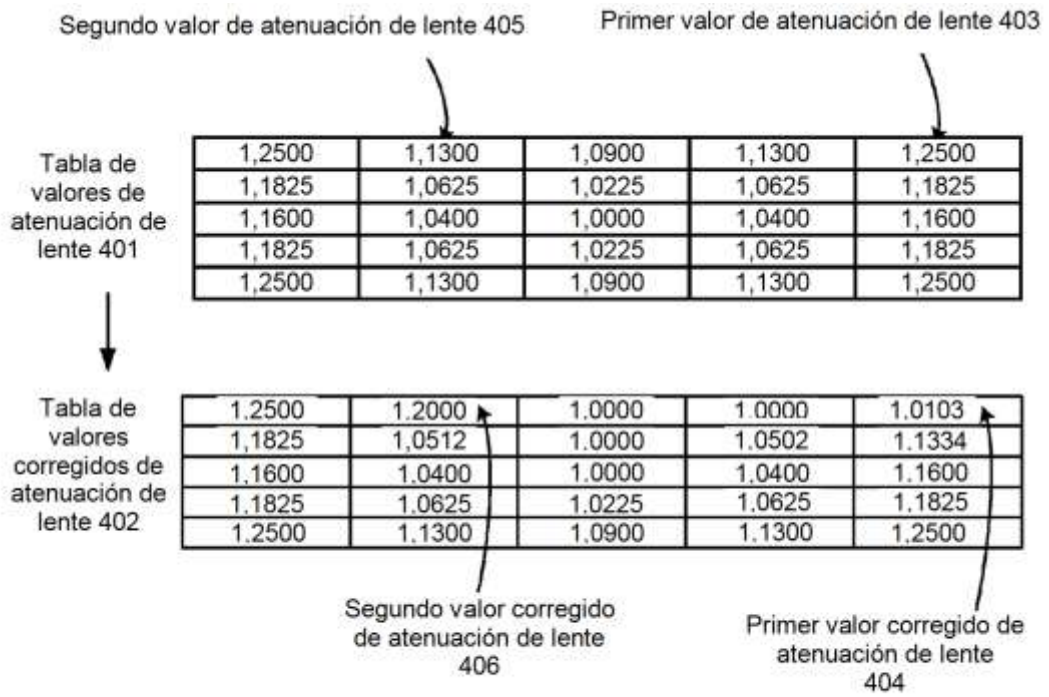


FIG. 4

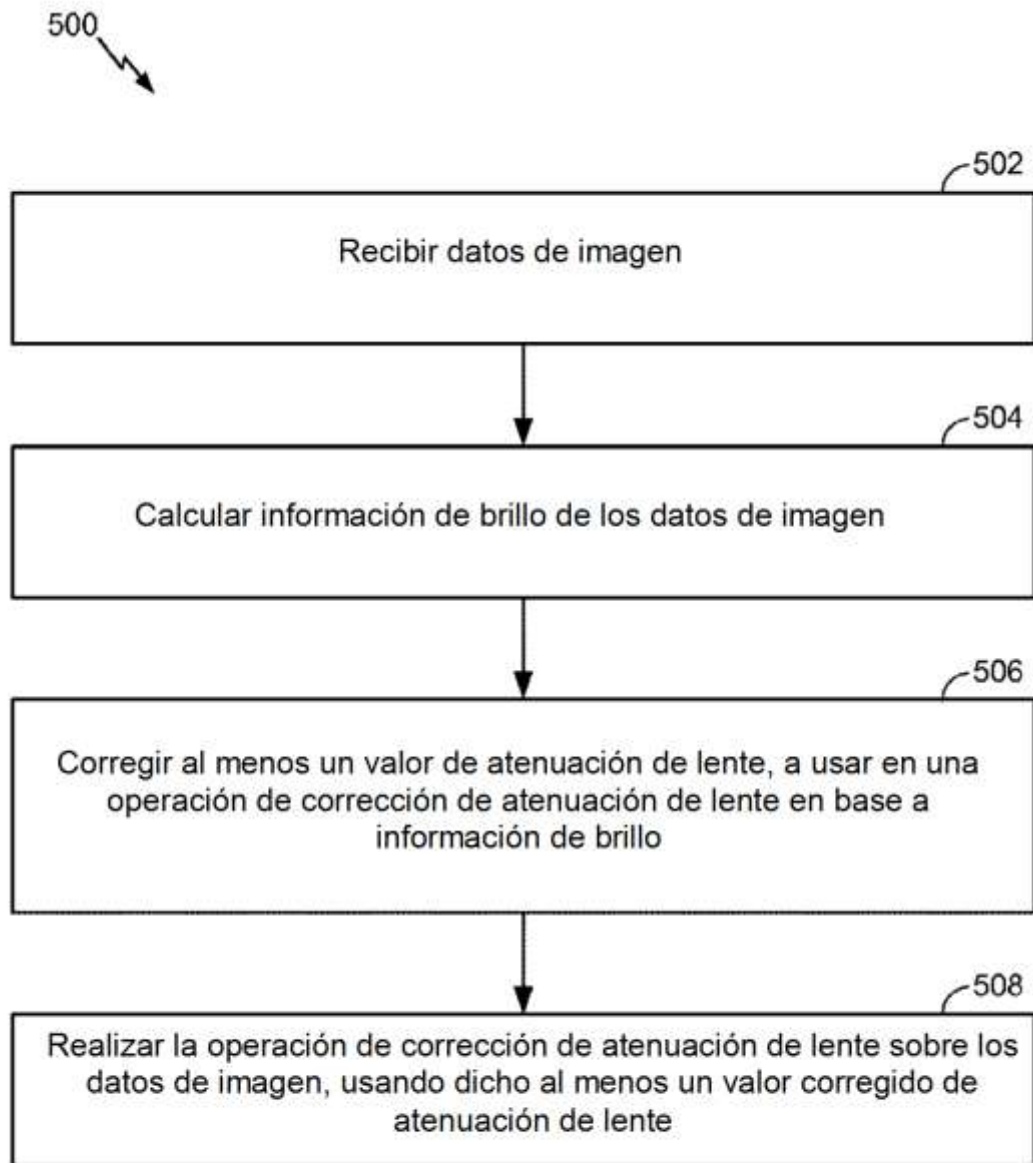


FIG. 5

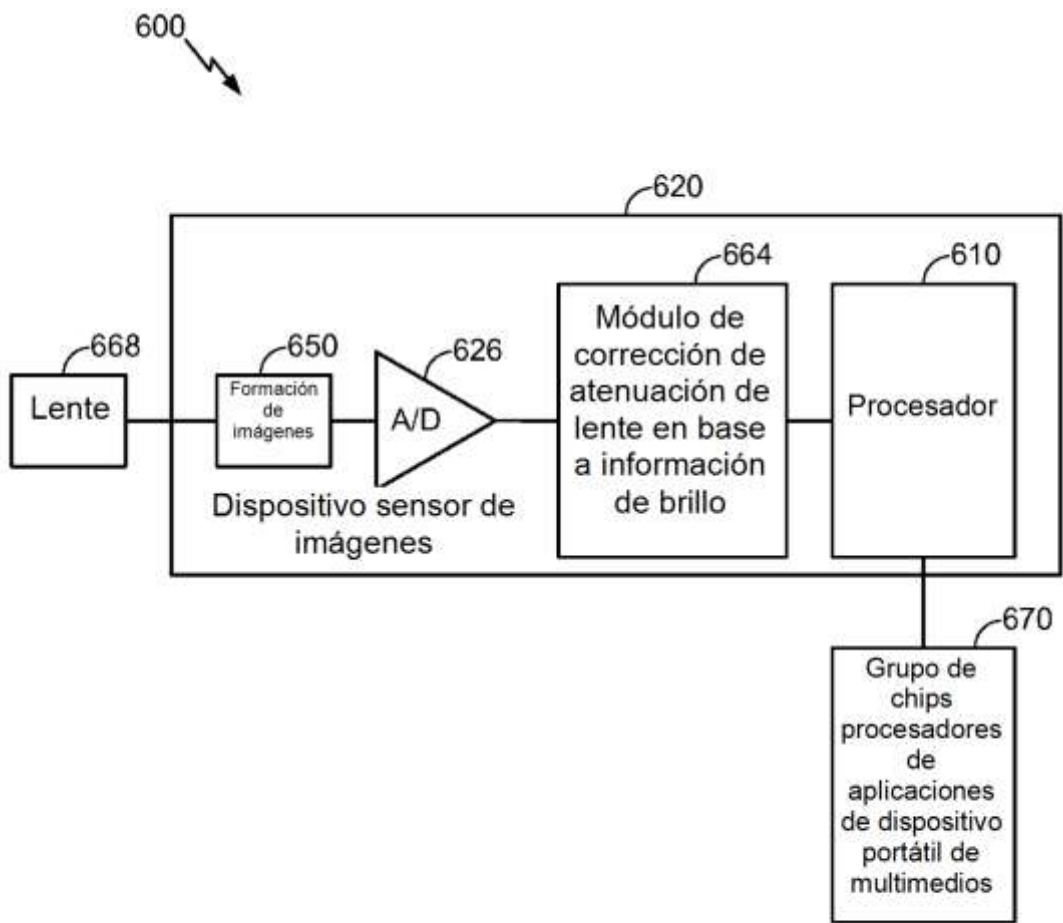


FIG. 6

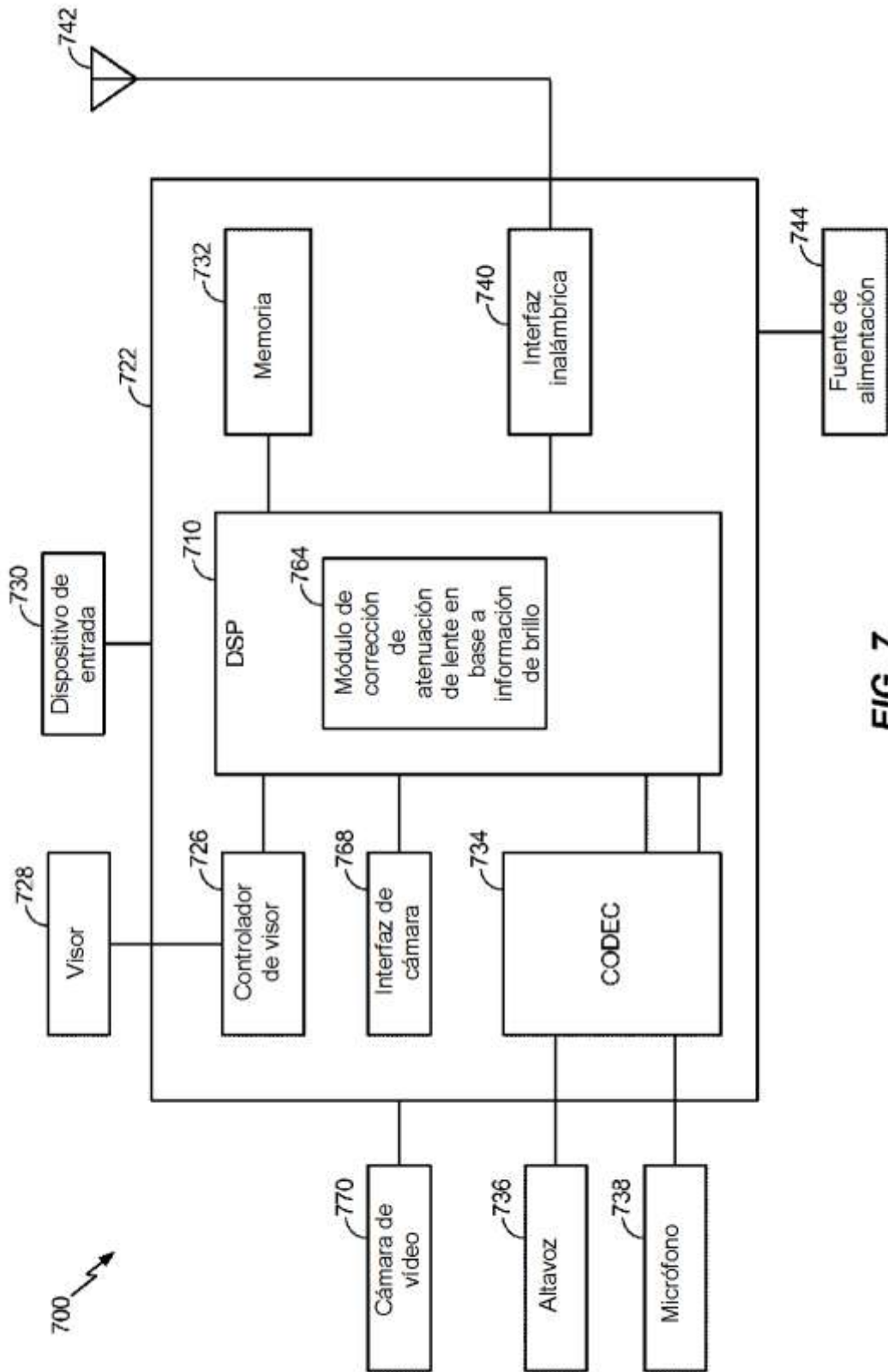


FIG. 7