

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 782**

51 Int. Cl.:

G06T 5/50

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2012 E 12712749 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 2689392**

54 Título: **Aparato y método para analizar gradaciones de imágenes**

30 Prioridad:

24.03.2011 EP 11159503
23.11.2011 US 201161563129 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.11.2015

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 5
5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

MUIJS, REMCO THEODORUS JOHANNES;
MERTENS, MARK JOZEF WILLEM;
BRULS, WILHELMUS HENDRIKUS ALFONSUS;
DAMKAT, CHRIS;
HAMMER, MARTIN y
KWISTHOUT, CORNELIS WILHELMUS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 550 782 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato y método para analizar gradaciones de imágenes

5 Campo de la invención

La invención se refiere a métodos y aparatos para la comparación de diferentes gradaciones, en particular una variante LDR y HDR, y dando como resultado unos productos tales como señales y portadoras que llevan esas señales, que al menos comprenden una estructura de datos que describe la diferencia entre las dos gradaciones.

10

Antecedentes de la invención

La representación y la codificación de ilustraciones a color, ya sea para representar fielmente una escena capturada, o una variante artística graduada de la misma, ha sido siempre un problema escurridizo, no en lo más mínimo a causa de la compleja conducta adaptativa de la visión humana. La codificación de televisión clásica soluciona este problema asumiendo que el contenido solo se representa en una única pantalla CRT típica, bajo unas condiciones de visión medias. Esto llevó a los sistemas cerrados (y relativamente simples), tal como el sistema NTSC, o más recientemente al MPEG2, que asumen que los colores (por los que nos referimos tanto principalmente a su luminancia como secundariamente a sus componentes cromáticos) están representados relativamente de manera correcta (o al menos tan deseable, ya que existe un vacío entre la escena y la gama de visualización), si el entorno de visión se ajusta a las presunciones. Además, las transformaciones de color relativamente simples se definieron acto seguido, por ejemplo, el matrizado para un sistema de activación RGB para los diferentes primarios de una pantalla LCD específica, o unas adaptaciones de punto blanco, etc., que, si no se mejora la representación del color en que resulta la ilustración representada, dadas las desviaciones menores, se ajustaría más estrechamente a la representación en la pantalla de referencia (CRT), al menos no se cometerían más errores de representación del color severos que los que ya podían aceptarse bajo el paradigma. Sin embargo, este sistema cerrado se abrió debido a que se unieron más y más tipos muy diferentes de dispositivos al sistema de televisión en la última década, bajo la misma filosofía de gestión del color. No solo llegó a ser posible representar las ilustraciones fijas de los consumidores de cualquier cámara en digamos un televisor LCD (con un contraste específico, una gamma, etc.), sino que también las diferentes visualizaciones crecieron aparte en cuanto a sus características físicas (en particular, las gamas de colores que podían representar), y los entornos de visión se convirtieron también en variables (por ejemplo, la visión de la televisión móvil al aire libre, el cine en casa, etc.). En particular, cuando las visualizaciones con cada vez mayor luminancias de blancos (por ejemplo 2000 cd/m²) comenzaron a llegar al mercado, así como las cámaras con fuentes de captura de fotones de profundidad aumentada y los ADC, se hizo costumbre empezar a hablar de una división en dos subregiones, concretamente, el sistema de visualización convencional que puede llamarse intervalo dinámico inferior (LDR), y un sistema con capacidades de representación de luminancia enormemente aumentadas llamándose intervalo dinámico superior (HDR). Si uno entiende que una señal codificada LDR puede haber deteriorado seriamente las características de la imagen para ciertos intervalos que pueden o necesitan visualizarse en una pantalla de HDR (por ejemplo, recortando los puntos culminantes), se entiende que generar una ilustración agradable para tales visualizaciones de HDR puede llegar a ser, en tales desviaciones importantes del sistema de referencia LDR, una tarea mucho más difícil que una simple transformación de color (se tiene realmente que explotar la gama de la pantalla de HDR al máximo). Puesto que existe, obviamente, una necesidad de ser capaces de generar las configuraciones de activación de pantalla que representen ilustraciones en las visualizaciones HDR de una calidad visual que cumplan con el precio más alto de una visualización de HDR mejorada, se comprende la necesidad de tener nuevas codificaciones, nuevas técnicas de procesamiento de imágenes, nuevos métodos de representación, etc.

El documento WO2007/082562 describe una manera de codificar una imagen de HDR creando primero para ello una imagen de intervalo dinámico inferior, a continuación, prediciendo una imagen predicha de HDR a partir de esta imagen de LDR, a continuación, analizando cuáles son las diferencias entre la imagen de HDR original y la predicha y creando una imagen residual, y a continuación codificando la imagen de LDR, la función de predicción, y la imagen residual, que son datos suficientes para reconstruir la imagen de HDR original.

K. Smith et al.: Beyond tone mapping: Enhanced depiction of tone mapped HDR images. Foro de gráficos de ordenador. Vol. 25, N° 3, 1 de septiembre 2006, páginas 427-438, trabaja en el problema de que en un momento en que para la mayoría de la gente solo había pantallas de LDR para ver las imágenes de HDR, se necesitaba tener unos razonablemente buenos métodos de degradación que no distorsionasen demasiado el aspecto, porque por ejemplo, la visibilidad de algunas regiones de la imagen de HDR original puede impactarse altamente por el mapeado de LDR y la representación de visualización. En primer lugar Smith enseña algunas medidas que pueden indicar cuánta distorsión hay, tanto evaluando una medida de contraste de imagen global, como una medida de detalle local. En segundo lugar tratan de mejorar el aspecto distorsionado aumentando el croma color de los píxeles basándose en dónde la medición de la distorsión dice que el LDR se ha distorsionado en comparación con el aspecto de HDR, y también añaden lentamente gradientes de cambio del croma para poder tener un mayor salto en los límites del objeto (denominado, sombreado).

65

En esta solicitud de patente, los inventores se fijan en el problema de manera más genérica, en que cualquiera que sea la pantalla (de las cuales hay muchas más que solo dos, si el HDR, que puede ser de varias calidades, por ejemplo, 1000 nits blanco, o 5000 nits blanco, o incluso de menor calidad que el LDR, lo que se puede llamar sub-LDR [SLDR]), y las circunstancias adicionales, a los inventores les gustaría ser capaces de representar ilustraciones mejoradas, dada la información disponible.

Sumario de la invención

Las soluciones técnicas siguientes están inspiradas en un objeto para mejorar todo tipo de gradación-, compresión- y sistemas de HDR. Como se conoce por los expertos en la materia, la gradación tiene un significado comúnmente conocido que comprende la mejora artística de todos los colores (/luminancias), de manera que la imagen se ve óptima. En la captura de cámara práctica difícilmente puede generarse el aspecto exacto, es decir, luminancias para todos los objetos de la escena, de esta manera normalmente un graduador recolorea las regiones locales, haciendo una superficie más brillante, por ejemplo, o incluso aplicando unos efectos especiales más avanzados, como por ejemplo, añadiendo una piel irregular. Aunque los métodos (y los aparatos) descritos pueden ocuparse de generar una representación óptima para cualquier visualización, son principalmente útiles para las visualizaciones de intervalo dinámico superior (por encima de dichos 500 nits de brillo máximo) y, a continuación sobre la base de la información de gradación relacionada con unas imágenes variantes de intervalo dinámico superior de una escena capturada (ya sea adicional a una gradación de LDR, o como una información separada de HDR). Son especialmente valiosos para el análisis y el manejo de información codificada para las regiones de brillo más altas, tales como al aire libre soleado o lámparas, sino que también para las regiones oscuras, en las que un manejo inteligente de la representación de esas regiones se vuelve más importante. Aunque se podría iniciar, en principio, con algunas de las realizaciones con una señal de HDR y alguna referencia convencional genérica de LDR (por ejemplo, una derivación de manera automática del HDR), los presentes métodos podrán usarse en su mayoría cuando existan al menos dos gradaciones, normalmente una para un intervalo dinámico inferior y otra para un intervalo dinámico superior.

La unidad de comparación 110 y el método correspondiente están dispuestos para hacer una comparación precisa de las regiones (por ejemplo, objetos, (conjuntos de) píxeles) en dos gradaciones de una imagen (es decir, dos gradaciones de un mismo instante de tiempo), es decir, comparar lo que el píxel vale (al menos la luminancia o una correlación de la misma, pero posiblemente también 3 o N colores dimensionales, o más atributos de imagen referibles a un píxel, tal como, por ejemplo, la iluminación estimada local) de lo que son los gradientes primero y segundo, y representar esta diferencia específica en la información de gradación de una manera bien manejable (que pueda usarse en un procesamiento posterior) en una estructura de datos de diferencia de gradación DATGRAD. Estos datos pueden usarse en un lado de recepción para entender cómo se ven al menos dos variantes de un conjunto teóricamente infinito de representaciones de la escena. Es decir, estos dos pueden, por ejemplo, comprender (puramente basado en la cámara) una versión de LDR un tanto sencilla de una escena, y el mismo con unas regiones de luminancia más altas y/o más bajas capturadas con precisión. Sin embargo, esto puede comprender además una información de cómo estas subregiones son las mejores para representarse en varias visualizaciones (de las que al menos dos visualizaciones de referencia de características tienen una representación específica), por ejemplo, reduciendo una región brillante de manera que no se vuelva demasiado llamativa o irritante, de acuerdo con lo determinado por un graduador humano. A partir de esta importante información, la parte receptora puede determinar mejor lo que se pretende, y crear de este modo unas representaciones más apropiadas para las visualizaciones actuales, por ejemplo, intermedias a las dos gradaciones de referencia. El aparato y el método de procesamiento de imágenes de los inventores se caracteriza además en que comprende una etapa de derivar una tercera ilustración graduada (MDR) sobre la base de la estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD), y al menos una de entre la primera ilustración graduada (LDR) y una segunda ilustración graduada si preexiste o puede derivarse a partir de los datos que codifican una gradación de una segunda ilustración graduada (HDR), en los que la tercera ilustración graduada (MDR) es una imagen intermedia (MDR) con un brillo máximo intermedio entre los brillos máximos de la primera ilustración graduada (LDR) y la segunda ilustración graduada (HDR).

Esto puede hacerse de varias maneras, tal como, por ejemplo:

Un método para analizar una diferencia de al menos dos gradaciones de una imagen sobre la base de:

- obtener una primera ilustración graduada (LDR) con un primer intervalo dinámico de luminancia;
- obtener datos que codifican una gradación de una segunda ilustración graduada (HDR) con un segundo intervalo dinámico de luminancia, diferente del primer intervalo dinámico de luminancia;
- determinar una estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD) sobre la base de al menos los datos que codifican la gradación de la segunda ilustración graduada (HDR).

Esta diferencia de gradación puede determinarse sobre la base de que, sin embargo, el HDR está codificado, por ejemplo, examinando una función de modificación de una región o una subilustración que codifica una parte de la escena como una imagen separada de las regiones de alta luminancia. La estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD) puede identificar normalmente dónde existen espacialmente algunas regiones que son diferentes del HDR, y por lo general, posiblemente, también cómo son de diferentes, por ejemplo, lo que han de

5 aumentarse 1,5x en luminancia en comparación con en donde caería el intervalo de luminancia cuando se aplica un solo mapeo (por ejemplo, una transformación de gamma) en toda la imagen (es decir, un mapeo que es bueno para las luminancias más oscuras de dicho un intervalo de LDR). A continuación, un sistema de visualización del lado receptor puede tratar de ajustarse a este aumento 1,5x, en función de, por supuesto, cuánta gama física tiene disponible para tal aumento (por ejemplo, mediante el oscurecimiento de luminancias inferiores a las correspondientes a las regiones brillantes).

10 Un método, en el que los datos que codifican la gradación de una segunda ilustración graduada (HDR) es la segunda ilustración graduada (HDR), y la etapa de determinar una estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD), comprende la comparación de los valores de píxel de la primera imagen graduada (LDR) y la segunda imagen graduada (HDR), de al menos una región espacial o de luminancia de una de entre la primera ilustración graduada (LDR) y la segunda ilustración graduada (HDR).

15 Por supuesto, la comparación puede hacerse en una ilustración de HDR real como graduada, es decir, por ejemplo, una imagen SIN PROCESAR codificada de luminancia lineal de 18 bits. A continuación, pueden usarse las preasignaciones para llevar las dos gradaciones a un mismo formato, por ejemplo, un espacio lineal de 32 bits, aplicando ciertas gammas de codificación inversa, que se extiende, haciendo un algoritmo de LDR a HDR convencional (por ejemplo, la curva S inversa) etc. Lo que queda a continuación como una diferencia es normalmente lo que el graduador pretende como un mejor aspecto en las visualizaciones más brillantes (HDR) frente a las menos brillantes (LDR).

20 Un método, en el que la estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD) comprende una región espacial de interés (RI) de la imagen, lo que indica una presencia o cantidad, de acuerdo con un criterio, de una diferencia de gradación en la región espacial para la primera ilustración graduada (LDR) frente a la segunda ilustración graduada (HDR).

25 Esto permite la identificación rápida de las regiones especiales para hacer representaciones específicas, por ejemplo, unos efectos de HDR, que a continuación pueden generarse aplicando unas funciones de transformación especiales, consultando en los datos adicionales de memoria para esas regiones, haciendo la transformación (por ejemplo, los valores de corrección para ciertos píxeles), o incluso aplicando unas funciones como por ejemplo, una función de (re)generación de gráficos de ordenador en esa región. Una cantidad de efecto de HDR puede ser tan simple como una cantidad para el aumento de, por ejemplo, una región brillante en comparación con el resto de la imagen que puede resultar a partir de, por ejemplo, un tono sencillo (es decir, normalmente la luminancia) que se mapea a partir de una gradación de LDR, a través de un mapeo que, por ejemplo, conserva en gran medida los valores (oscuros) iniciales de las luminancias de píxel de LDR.

30 Un método que comprende además la etapa de derivar una tercera ilustración graduada (MDR) sobre la base de la estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD).

35 Normalmente se generará una imagen intermedia, por ejemplo, para activar directamente una visualización, o en un espacio de color de referencia, a partir del cual pueden derivarse los valores de activación de visualización finales.

40 Un método que comprende además aplicar una transformación de procesamiento de imagen en al menos una de entre las ilustraciones graduadas primera, segunda o tercera, tal como por ejemplo, un escalado adaptativo de imagen, o un enfoque de ilustración.

45 Las ilustraciones pueden optimizarse adicionalmente, especialmente de manera inteligente dados todos los diferentes datos de gradación disponibles. Por ejemplo, si se ha perdido el contraste de una región en una gradación de intervalo inferior intermedio (MDR), lo que puede compensarse de manera psicovisual, por ejemplo, aumentando el enfoque local (por ejemplo de los patrones de intervalo finos), o cambiando la saturación del color, etc.

50 Un método que comprende además derivar una descripción de imagen (IMDESC) sobre la base de la estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD), tal como por ejemplo, una especificación de color de una región espacial de la imagen.

55 Un método en el que las luminancias de los píxeles de la tercera ilustración graduada (MDR) caen dentro de al menos un intervalo de variación alrededor de las luminancias de los píxeles en la primera ilustración graduada (LDR), en particular, en el que la tercera ilustración graduada (MDR) es una mejora de calidad visual de la primera ilustración graduada (LDR), de acuerdo con una propiedad de calidad visual tal como el enfoque, o una medida de defectos de compresión.

60 Por supuesto, la ilustración de MDR también puede ser una mejora de una ilustración de LDR dada la información complementaria en el grado de HDR. Por ejemplo, el grado de LDR puede ser un grado heredado como derivado anteriormente, pero que puede co-codificarse con un remasterizado de HDR, que puede usarse para obtener unos grados de LDR adicionales en el lado receptor. En este caso el MDR no tiene un brillo máximo intermedio (por ejemplo, 2000 nits entre 5000 nits y 500 nits), pero puede tener un brillo máximo similar a 500 nits (es decir, muy

visualizable o destinado a usarse en las visualizaciones con un brillo máximo real entre, por ejemplo, 700 nits y 100 nits).

5 Un método en el que la derivación de la tercera ilustración graduada (MDR) se realiza sobre la base de la información obtenida de las características (VCHAR) de un entorno de visión. En el presente documento, por ejemplo, lo que aún es visible en las partes más oscuras de cualquier gradación puede afinarse, por ejemplo, con un mapeado especial para los intervalos más oscuros de cualquier gradación de imágenes.

10 Un método en el que la derivación de la tercera ilustración graduada (MDR) se realiza sobre la base de una configuración controlada por el usuario (USRSET) relacionado con la visualización de la tercera ilustración graduada (MDR), tal como por ejemplo, una configuración que especifica una molestia de una salida de luz, un uso de energía que limita la configuración, o una configuración que especifica los atributos visuales preferidos de la tercera ilustración graduada visualizada (MDR).

15 Las gradaciones intermedias también permiten (incluso en una sola visualización) que un usuario tenga un mejor control sobre el aspecto final. Pero de esta manera tiene el creador de contenido (por ejemplo, Hollywood), ya que esto se hará elegantemente sobre la base de dos gradaciones (es decir, con esto el creador al menos implícitamente, o incluso explícitamente con la escena codificada adicional que caracteriza la información o las instrucciones, transmite cómo los diferentes subintervalos de luminancia, por ejemplo los efectos de HDR, deberían verse si un usuario, por ejemplo, reduce el brillo de la representación).

20 Un método en el que la tercera ilustración graduada (MDR) se deriva como una imagen intermedia, como medible de acuerdo con un criterio de brillo, entre la primera ilustración graduada (LDR) y la segunda ilustración graduada (HDR).

25 Por ejemplo, el brillo máximo estará entre los dos brillos máximos, o un promedio de varios brillos a lo largo de una escala, por ejemplo, cuando se aplica un mapeo de tonos (por ejemplo, una gamma de visualización preferida o típica) a una señal convencional, tal como una gráfica de barras gris, etc.

30 Un método en el que la derivación de la tercera ilustración graduada se realiza al menos en parte sobre la base de un mapeo de tonos inverso (ITM) de un mapeo de tonos transformando la primera ilustración graduada (LDR) en una aproximación de la segunda ilustración graduada (HDR).

35 De esta manera pueden calcularse las nuevas variantes de LDR, por ejemplo, que sirven como base para su codificación adicional (por ejemplo, a través de una conexión a un aparato adicional usando la señal), o que tengan mejores propiedades de imagen de acuerdo con una medida de calidad de imagen.

Todos estos métodos pueden realizarse también como aparatos u otros productos que abarcan a (al menos una parte predominante de) los mismos, por ejemplo:

40 Un aparato de procesamiento de imágenes (101) para analizar una diferencia de al menos dos gradaciones de una imagen que comprende:

una primera entrada (120) para la introducción de una primera ilustración graduada (LDR) con un primer intervalo dinámico de luminancia;

45 una segunda entrada (121) para la introducción de los datos que codifican una gradación de una segunda ilustración graduada (HDR) con un segundo intervalo dinámico de luminancia, diferente del primer intervalo dinámico de luminancia;

50 una unidad de comparación (110) dispuesta para determinar una estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD) sobre la base de al menos los datos que codifican la gradación de la segunda ilustración graduada (HDR).

55 Como anteriormente con los métodos, la estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD) puede ser tan simple como una lista de regiones en la que existe una gradación diferente (por ejemplo, todos los bloques), y preferentemente también una representación matemática de la diferencia, por ejemplo, un desplazamiento de píxeles, o un modelo de corrección para al menos algunos de los píxeles en el bloque, por lo general comparado con algún mapeo convencional relacionado con las dos gradaciones (por ejemplo, un algoritmo que mapea los dos con una función gamma, de los cuales el coeficiente(s) gamma puede transmitirse, por ejemplo, por una toma de las ilustraciones; en el caso de varios coeficientes que pueden ser, por ejemplo, una potencia p, una ganancia g (o un brillo máximo), y un desplazamiento desactivado: $HDR = (g * LDR)^p + \text{desactivado}$).

60 Un aparato de procesamiento de imágenes (101), en el que la segunda entrada está dispuesta para recibir una segunda ilustración graduada (HDR), y la unidad de comparación (110) está dispuesta para determinar la estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD), sobre la base de la comparación de los valores de píxel de la primera ilustración graduada (LDR) con los valores de píxel de la segunda ilustración graduada (HDR) de al menos una región espacial o de luminancia de una entre la primera ilustración graduada (LDR) y la segunda ilustración graduada (HDR). La comparación es normal después de algún mapeo convencional llevando las dos más cerca

entre sí en alguna forma comparable común, que puede realizarse, por ejemplo, a través de un espacio de color intermedio y un intervalo de luminancia, o directamente aplicando una pre-transformación antes de hacer, por ejemplo, una diferencia ponderada, o una identificación más inteligente de lo que la diferencia es en realidad (por ejemplo, una magnitud, un perfil a través de píxeles o subregiones vecinos, etc.)

5 Un aparato de procesamiento de imágenes (101) que comprende además una unidad de derivación de imágenes (112) dispuesta para derivar una tercera ilustración graduada (MDR) sobre la base de la estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD).

10 Un aparato de procesamiento de imágenes (101) dispuesto para aplicar una transformación de procesamiento de imágenes a la primera ilustración graduada (LDR) sobre la base de al menos los datos que codifican la gradación de la segunda ilustración graduada (HDR).

15 Un aparato de procesamiento de imágenes (101) que comprende un decodificador dispuesto para decodificar los datos de imagen codificados y obtener de los mismos una primera ilustración graduada (LDR) y una segunda ilustración graduada (HDR), y la unidad de derivación de imágenes (112) que está dispuesta para aplicar una transformación de procesamiento de imagen en al menos una de entre la primera ilustración graduada (LDR) y una segunda ilustración graduada (HDR) para obtener la tercera ilustración graduada (MDR) con una gradación similar a la primera ilustración graduada (LDR) pero siendo de una mejor calidad visual que la primera ilustración graduada (LDR).

Breve descripción de los dibujos

25 Estos y otros aspectos del método y aparato de acuerdo con la invención serán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a las implementaciones y las realizaciones descritas a continuación en el presente documento, y con referencia a los dibujos adjuntos, que sirven simplemente como unas ilustraciones específicas no limitativas que ejemplifican el concepto más general, y en el que los guiones se usan para indicar que un componente es opcional, no siendo los componentes sin guiones necesariamente esenciales. Los guiones pueden usarse también para indicar que los elementos, que se explican para ser esenciales, se ocultan en el interior de un objeto, o para las cosas intangibles tales como, por ejemplo, las selecciones de objetos/regiones (y cómo pueden mostrarse en una visualización).

En los dibujos:

35 La figura 1 ilustra de manera esquemática una realización de un aparato de comparación básica para analizar dos grados (LDR, HDR), que normalmente residirán en un codificador, dispuesto para codificar esta diferencia, como una estructura de datos de metadatos (por ejemplo, comprendiendo un ROIMAP, o en general, algún DATGRAD), cuyos metadatos pueden acompañarse de ilustraciones graduadas, por ejemplo, LDR, HDR, y posiblemente MDR;

40 La figura 2 ilustra de manera esquemática un sistema de consumidor del lado del receptor a modo de ejemplo, en el que varios aparatos pueden usar las realizaciones presentes para derivar de manera óptima unas gradaciones y unas señales de activación para representar de manera óptima la escena según lo previsto por los graduadores, en sus respectivas visualizaciones;

45 La figura 3 ilustra de manera esquemática cómo puede derivarse una gradación intermedia sobre la base de un comportamiento promedio de otras dos gradaciones;

La figura 4 ilustra de manera esquemática otro ejemplo de cómo puede derivarse una tercera gradación sobre la base de la información presente en otras dos gradaciones;

La figura 5 ilustra de manera esquemática otro ejemplo de cómo se relacionan los colores de ciertos valores o clases en dos grados, con los colores correspondientes de otros grados derivables de los mismos;

50 La figura 6 ilustra de manera esquemática una cadena de imágenes a modo de ejemplo de la creación de contenidos para el uso del contenido, que ilustra algunas de las posibilidades con ciertas realizaciones de la invención, como por ejemplo las que se derivan de una ilustración de LDR de calidad mejorada QLDR2 que tiene en cuenta al menos parte de la información en el grado de HDR y/o el DATGRAD;

55 La figura 7 ilustra de manera esquemática otro ejemplo de la mejora de un grado de LDR en comparación con un grado de LDR, que estaba disponible y cuyo QLDR2 puede usarse, por ejemplo, para activar una visualización de brillo máximo algo superior (por ejemplo, 800 nits); y

La figura 8 ilustra de manera esquemática cómo hacer el comportamiento de comparación para los grados dependientes de parámetros extraños tales como, por ejemplo, las capacidades de visualización.

60 Descripción detallada de los dibujos

65 El aparato de procesamiento de imágenes en la figura 1 dispone de dos entradas de datos, concretamente, una primera (por ejemplo, para simplicidad de la siguiente descripción denominada intervalo dinámico inferior LDR) entrada 120, y una segunda entrada 121 (normalmente el intervalo dinámico superior HDR). Estas entradas pueden, por ejemplo, recibir ilustraciones, que pueden haberse codificado de acuerdo con una norma de compresión (por

ejemplo, DCT basada como AVC) como se explica en la figura 6, pero por el momento se asume para simplificar, que son las ilustraciones SIN PROCESAR planas, con un valor de N bits (con tres o más componentes de color que están codificados como valores de M bits, pero para esta solicitud por simplicidad de la explicación se tratarán las ilustraciones como si fueran un único valor de gris de ilustraciones). Se hará la distinción en el presente texto entre el término "imagen", que es la composición geométrica de unos objetos pixelizados como por ejemplo, capturados por una cámara (o generados en un entorno de gráficos de ordenador), y el término "ilustración", que es una de las muchas codificaciones posibles, y en particular gradaciones de esa imagen (es decir, la imagen es una especie de padre de una familia de ilustraciones, y puede ser, por ejemplo, un archivo sin procesar de la cámara, mientras que una primera ilustración derivada de la misma puede ser una codificación lineal de 8 bits, y una imagen adicional derivada de la misma puede ser una codificación no lineal de 8 bits con una gamma de 0,45). Debe explicarse la diferencia entre una gradación y una codificación (se usará la palabra general "codificación" para cualquier especificación en números del color de un píxel o una ilustración, y "compresión" si también hay una transformación matemática para reducir la cantidad de bits de codificación necesarios implicados [para evitar la reutilización de la palabra compresión, se usará la palabra "reducción en frecuencia" al comprimir los valores en un intervalo dinámico superior en uno inferior, por ejemplo, multiplicándoles con una fracción tal como 0,5, o cualquier otra función de mapeo]). Por gradación se entiende cómo se coordinan las luminancias (/ colores) de todos los objetos de imagen en una ilustración, que pueden por ejemplo codificarse como SIN PROCESAR. Y por lo general para crear diferentes aspectos óptimos (por ejemplo, para diferentes visualizaciones), se crearán diferentes gradaciones, es decir, la gradación tiene que ver con la asignación de los objetos de una escena capturada a los intervalos de luminancia específicos de la codificación de imagen final, sobre la base de los principios estéticos (haciendo que la imagen se vea mejor, a continuación, por ejemplo, con una simple captura de cámara ciega). Es decir, las gradaciones normalmente implican algún componente humano (por supuesto con la nueva tecnología optimizada), aunque esto también puede realizarse aplicando alguna transformación matemática final (por ejemplo, la gradación puede codificarse como una función de asignación de valor de gris óptimo, sobre la base de a priori asuntos estéticos). Para asegurarse de que esto no se interpreta solo como una codificación de unos simples conceptos artísticos no patentables, se enfatiza fuertemente que los métodos actuales permiten la construcción técnica de nuevos sistemas, concretamente, sistemas específicos en los que es posible tener el hardware para determinar de manera autónoma nuevos aspectos estéticos y mejores. Entonces, las gradaciones en última instancia, cuando se codifican forman una información técnica necesaria para la tecnología, al igual que una imagen capturada pueden construirse de manera artística creando una escena de mirada agradable con, por ejemplo muebles, pero en última instancia forma una entrada técnica en, por ejemplo un filtro de enfoque. Una ilustración de LDR que entra en la entrada de LDR puede ser, por ejemplo, codificada de 8 bits y una ilustración de HDR, por ejemplo, de 14 bits, pero el número de bits por sí mismo no dice mucho acerca de lo que está exactamente en las ilustraciones, más precisamente, qué color tiene cada uno de los píxeles de los objetos de la imagen. Por ejemplo, si una cámara produce 16 bits sin procesar, puede ser inteligente codificarlos con una no linealidad débil en la ilustración de HDR de 14 bits (puede usarse, por lo tanto, el hecho de que el sistema visual humano es menos sensible a las diferencias de luminancia para luminancias altas, es decir, que puede asignarse al subintervalo del intervalo de luminancias uno menor que la fracción lineal de los 14 bits disponibles). Sin embargo, la palabra de 8 bits puede ser demasiado pequeña para codificar fielmente las luminancias de 16 bits, cualquiera que sea la no linealidad lisa elegida, por lo que por lo general se determina un intervalo intermedio con necesidades de que se codifique con alta precisión y acorte (suave) el subintervalo de luminancia brillante y oscuro por encima y por debajo. Téngase en cuenta que esta es una elección de intervalo frente a precisión. Por supuesto, se podría simplemente reducir en frecuencia de manera lineal los 16 bits a 8 bits (por ejemplo, dejando caer los 8 bits más bajos), pero a continuación, los intervalos de luminancia importantes de la imagen serían mal reproducidos, lo que podría conducir a bandas en la visualización. Así que una señal de HDR no dice mucho necesariamente acerca de la cantidad de bits usados para codificarla, pero más sobre qué luminancias del objeto están en la ilustración, por ejemplo, puede haber regiones muy brillantes codificadas y regiones al mismo tiempo muy oscuras. Es importante entender que estas codificaciones son, por lo general, transformaciones técnicas. Y se puede codificar una representación en otra de manera matemática, por lo que también, por ejemplo, un LDR y un HDR a un formato común para compararles (por ejemplo, sería simplista equiparar sus blancos con el mismo nivel de blanco de 32 bits, y a continuación seguir con los otros colores). Aun cuando un operador de cámara (o la persona técnica que establece las configuraciones de la cámara) puede seleccionar en realidad una de un número de curvas de transformación de acuerdo con su preferencia, esto es todavía esencialmente un mapeo técnico con, por ejemplo, una curva gamma de 0,45, o como en las cámaras de consumidor una curva en S. Una gradación es por lo general una determinación más fina de los valores y/o colores de gris del píxel, y puede implicar normalmente una transformación artística. Puede estar parcialmente limitada por consideraciones técnicas (por ejemplo, el graduador puede necesitar aplicar algún tipo de curva en S para reducir en frecuencia la representación de 8 bits, pero a continuación usa todavía de manera artística unas opciones óptimas, aunque solo sea, por ejemplo, eligiendo entre las diferentes formas de curva), pero normalmente implica unas transformaciones deseables más complejas, como seleccionar una región espacial de la imagen, y cambiar su tonalidad de acuerdo con algún perfil (como si otra luz cayese sobre la región que transmite otra emoción a la toma), incluso para las más altas codificaciones de bits (por ejemplo, esto se hace normalmente para un master digital de una película o en una representación de bits más alta que representa un espacio para un juego). Por ejemplo, el graduador puede aumentar las luminancias locales de una región, para hacer que un objeto especularmente reluzca más (en comparación con su entorno de imagen). Esta gradación es una fuente de información muy útil, ya que contiene implícitamente la información semántica acerca de la escena, es decir, lo que el creador tenía intención de lograr colorimétricamente con todos los objetos o regiones. Si se tiene una sola ilustración (por ejemplo, una gradación de

LDR), la mejor cosa que puede hacer un aparato de procesamiento de imágenes (por ejemplo, la ilustración puede definirse para una visualización de LDR de 500 nits convencional, pero necesita visualizarse en un lado de recepción a una visualización de 1000 nits, y se quiere realmente explotar este intervalo de luminancia más alto de la visualización, que no pasará a una gran extensión cuando se aplique simplemente la señal de ilustración como es para la visualización, porque la extensión de luminancia procedente del mapeado del blanco de 8 bits al blanco de visualización de 1000 nits, se contrarresta rápidamente por la adaptación del ojo humano), es para tratar de transformar los colores de ciertos píxeles de imagen, regiones u objetos de acuerdo con las muy genéricas ecuaciones técnicas, que puede realizarse, por ejemplo, mediante un CI de procesamiento de imágenes en una televisión. Por ejemplo, se pueden detectar píxeles con un nivel de activación d_{norm} (que será normalmente el componente de luminancia de una codificación de colores) por encima de 250 e interpretar que estos son probables puntos culminantes, y a continuación aumentarles fuertemente de manera que se mapeen al blanco de la visualización actual (dejando otros colores en una luminancia de salida de visualización muy inferior L_{out}). Pero esta estrategia puede ir muy mal en algunas imágenes, por ejemplo, se puede imaginar aumentando el blanco de los ojos de algunas personas demasiado extremadamente. Sin embargo, si se tiene al menos dos gradaciones diferentes disponibles, por ejemplo, un LDR y una gradación de HDR, puede derivarse mejor a partir de aquellos que deberían ser de cualquier representación o transformación (en el ejemplo anterior, los ojos no serán significativamente más brillantes en la gradación de HDR, y por lo tanto deberían “protegerse” para comportarse de manera similar en todas las gradaciones derivadas, pero estarán las luces).

Una unidad de comparación 110 ve las diferencias de valor de gris (se puede usar un valor de gris intercambiable con diferentes parámetros relacionados como la tonalidad, la luma o luminancia, en los que no se necesita una mayor precisión de terminología) de los píxeles o regiones en la primera gradación frente a la segunda (por ejemplo, LDR y HDR, o HDR y SLDR, una graduación para un intervalo por debajo del LDR, por ejemplo, 40:1), y caracteriza las diferencias en el valor de gris como una estructura de datos de diferencia de gradación DATGRAD. Como se ha mencionado, la diferencia puede determinarse de una manera de caracterización de ilustración puramente matemática, es decir, calculando alguna diferencia de valores de color o luminancia del píxel después de una transformación a una referencia común (por ejemplo, emulando la visualización de LDR de una manera convencional en un intervalo de color de HDR). Esto puede hacerse en una base de píxel por píxel, o pueden usarse unas caracterizaciones más inteligentes de las regiones u objetos, por ejemplo, empleando medidas de textura, o perfiles espaciales (que pueden usarse para la comparación de iluminación local), etc. Sin embargo, aparte de un puro análisis técnico de las ilustraciones, puede ser ventajoso definir un algoritmo de diferencia teniendo en cuenta las leyes psicovisuales, para determinar cuál es la diferencia real. Con esto no solo se limita a querer decir el cálculo en, por ejemplo, un espacio de laboratorio o la aplicación de modelos de aspecto de color, pero se sabe que los sistemas visuales humanos juzgan las tonalidades de los objetos en comparación con lo que está alrededor. En particular, los sistemas visuales humanos juzgan el negro, los blancos y los grises psicológicos en una totalidad de lo que se ve (tal como el brillo de una visualización puede representar píxeles, sino también los colores envolventes). Esto último es especialmente importante para un HDR, ya que el sistema visual humano hará una diferencia cognitiva entre los colores reflectantes blanquecinos y las lámparas auto-luminosas en las ilustraciones. La representación no debería ser preferentemente de manera que, por ejemplo, una claridad a verse como una región blanca, se vea como una región de color gris claro, o viceversa. Tales modelos también pueden tenerse en cuenta en algunos cálculos de diferencia, es decir, en general, la diferencia en la gradación por píxel o lugar geométrico no necesita ser un único número real, sino que puede ser una tupla que caracterice varios aspectos de cómo, por ejemplo, un objeto local difiere en una gradación (es decir, por ejemplo, una imagen codificada con, por ejemplo, 6 tuplas dimensionales por píxel, como una diferencia de color, y una diferencia de tonalidad de 3 dimensiones por píxel; pero las diferencias también puede codificarse como modelos más complejos, por ejemplo, unas funciones de transformación, o unas variedades de mapeo N dimensionales paramétricas que son equivalentes de una imagen que tiene como valores de tupla los valores de la función, etc.; nótese que la imagen también puede ser, por ejemplo, una representación estadístico espacial de la escena real, por ejemplo, una representación basta multiescala del objeto recolorado de acuerdo con ciertas funciones sobre la base de un tipo de clase del objeto tal como un subintervalo de brillo, etc.). Esta tupla puede contener varias propiedades de imagen, ya que se sabe que también, por ejemplo, el enfoque local es relevante para el aspecto final (el sistema visual humano mezcla todo esto entre sí), por lo tanto, puede usarse en el lado de receptor para determinar una tercera gradación diferente, por ejemplo, de-enfatizando algún contraste local en favor de un enfoque aumentado. Las diferencias pueden codificarse también como vectores, modelos (por ejemplo, un mapeo funcional relacionando, o mapeando los dos), etc.

La estructura de datos de diferencia de gradación DATGRAD puede ejecutarse sobre las diferencias para la totalidad de la imagen (aunque en un algoritmo de análisis de ejecución, no necesita contener información almacenada de todas las regiones de imagen en el mismo momento), o partes importantes de la imagen. Por supuesto, pueden construirse estructuras de datos de diferencia de gradación DATGRAD para un número de ilustraciones (por ejemplo, tres gradaciones de una imagen) o un número de imágenes (por ejemplo, una comparación de la gradación de una ilustración de LDR en el tiempo $TR + 5$ con el mismo objeto de HDR en una imagen de referencia en el tiempo TR) etc., lo que puede transmitirse de varias maneras como ciertos constituyentes de escenas, tales como los objetos de la escena, deberían verse bajo diversas limitaciones laterales de representación específicas (tal como un intervalo dinámico de visualización, un cambio de la iluminación ambiental, etc.). Una realización sencilla de este último tipo de variabilidad puede ser, por ejemplo, unas regiones del mapa de interés ROIMAP (por ejemplo, una ilustración con el tamaño de la imagen). La figura 1 muestra de manera

esquemática un mapa de este tipo de manera que contiene dos regiones de interés, concretamente, siendo RI una explosión, y siendo RI2 una luz brillante en el pecho de un robot. Estas regiones pueden identificarse porque hay una gran diferencia en la gradación en las dos ilustraciones, por ejemplo, la ilustración de LDR necesaria para recortar los valores a 255, y la ilustración de HDR que les especifica como los valores de brillo muy por encima de los valores del resto de la escena. Pueden usarse varios algoritmos matemáticos para determinar esta diferencia, que puede dar como resultado un número booleano que se escribe en las regiones del mapa de interés ROIMAP ("1" = región de interés, "0" = carente de interés), o el algoritmo puede calificar aún más la diferencia (cantidad, o tipo, etc.) con, por ejemplo un número de 8 bits, por ejemplo, caracterizando además cuánto más brillante es una región que en la ilustración de LDR (por ejemplo, si CR es el valor de gris de un píxel en el mapa ROIMAP, la definición usada puede ser $0 \leq IC < 100$: normal, no interesante; $< 100 < IC < 150$: objeto brillante del primer tipo de brillo; $150 < IC$: objeto muy brillante, que debería representarse con el máximo brillo disponible en el lado de la visualización), o con el análisis de contenido de imagen que define qué tipo de objeto sea probablemente (conduciendo a otras transformaciones de procesamiento de representación), etc.

Es decir, la diferencia no necesita codificarse de manera precisa, pero puede asignarse de manera aproximada a algunas clases (permitiendo la representación de la variabilidad en el lado receptor) y, además, los metadatos pueden añadirse a la estructura DATGRAD, por ejemplo, caracterizando además el tipo de región (que puede contener un indicador, siendo este una "luz brillante", que puede ser una simple caracterización binaria [los objetos reflectantes pueden considerarse igual en las dos ilustraciones/gradaciones, aunque sus valores de píxel reales, incluso después de la transformación a una referencia común con un mapeo convencional puede ser diferente, mientras que las luces se ven como diferentes, y se representan fundamentalmente diferentes en un LDR frente a una visualización de HDR]). Por ejemplo, se puede comparar el valor de una predicción simple (por ejemplo, una extensión lineal de la imagen de LDR, u otra representación esperada que proporciona las mejores características de una visualización de HDR prevista) con el valor real de un píxel en la imagen de HDR. Si el valor predicho y el real son aproximadamente el mismo, probablemente no es un objeto de interés, sino simplemente una conversión para mostrar la región de una manera similar en el sistema de intervalo dinámico superior (que puede convertirse a un "0" indicando igualdad, por ejemplo, mediante un redondeo basto). Por otra parte, si los valores difieren en mayor medida, el píxel puede marcarse como de interés ("1"), una caracterización aproximada de "diferente". La unidad de comparación 110 también puede usar las ecuaciones que examinan en las relaciones de los valores de píxel en el LDR y la ilustración de HDR, en particular si se tienen en cuenta las relaciones de píxel redondeadas (por ejemplo, la relación de valor de gris de gradación cambia de un exterior de la primera región de interés RI, a una segunda relación dentro de la RI). Las comparaciones no tienen que estar basadas en el análisis por píxel, pero además el pre- o post-procesamiento pueden estar implicados, tal como el filtrado espacial, el procesamiento morfológico, la eliminación de pequeñas estructuras erróneas, etc. También pueden descartarse algunas regiones no incluidas en el ROIMAP, por ejemplo, mediante un análisis adicional, por ejemplo, una región que se corresponde con el cielo, o en función del tamaño, forma, color, textura, etc. de las regiones identificadas.

Teniendo estas regiones de interés RI, los hace útiles para todo tipo de procesamiento de imágenes. Esto puede ser el procesamiento de imágenes con respecto a la representación de la imagen, por ejemplo, puede construirse una nueva ilustración (por ejemplo, transformando la ilustración LDR o HDR como introducida) para aplicarse como unos valores de activación para una visualización, en los que los valores brillantes de los objetos brillantes se hacen incluso más brillantes (por ejemplo, correspondiendo a una configuración de usuario de "cantidad de aumento de punto culminante"). Sin embargo, otras funciones de procesamiento de imágenes también pueden beneficiarse de las regiones de interés RI. Ya que las regiones han sido lo suficientemente importantes como para merecer diferentes gradaciones, deberían permanecer en un procesamiento de imágenes, como por ejemplo, un cultivo para ir a una relación de aspecto diferente (por ejemplo, para una pantalla pequeña 281 en un dispositivo portátil 280). Además, la luz del pecho del robot puede formar una entrada inicial para un procesamiento adicional de la región con los métodos de análisis de imágenes, por ejemplo, unos detectores de formas humanoides. También, en una estrategia de compresión de imágenes y de descompresión de imágenes, las matemáticas de (de)compresión pueden sintonizarse de manera diferente para tales regiones, por ejemplo, la precisión de cuantificación, u otros parámetros de influencia de calidad. A continuación, es fácil asignar tales, por ejemplo, valores de etapa de cuantificación que pueden asignarse a la señal de imagen como metadatos (integrados o independientes) para valores de píxel en el ROIMAP. Además, la región de explosión puede procesarse con un algoritmo de procesamiento de imágenes diferente (incluyendo algoritmos de gráficos de ordenador), por ejemplo, uno que hace enfatizar o mejorar la textura de las llamas o la estructura de polvo en la misma. El análisis de estas regiones de interés puede usarse en aplicaciones que se benefician de (especialmente simples) las descripciones de la imagen IMDESC. Por ejemplo, la generación de efectos de iluminación de luz de ambiente o envolvente beneficia el conocer mejor los objetos en la escena, en regiones específicas, que son estructuras de luz reales en la imagen (y en particular cuando están fielmente representados, tal como en una gradación de HDR). Se puede derivar, por ejemplo, un color promedio (X, Y, Z) o (L, a, b) o (R, G, B) (o conjunto de colores) para la región de explosión, y usar solo esta región/color para la activación de la luz ambiental ((X, Y, Z) _AL1 puede ser un parámetro de control, o la activación directa de la luz ambiental a través de una conexión 260 a una unidad de luz ambiental 261). La segunda región de interés puede usarse para activar la iluminación de entorno (de acuerdo con un parámetro de control de iluminación envolvente caracterizadora (X, Y, Z) _SL1 enviado, por ejemplo, de manera inalámbrica a una unidad de comunicación 251 de cualquiera de un conjunto de luces envolventes 250). En general, la descripción de imagen

puede basarse en todo tipo de propiedades de las ilustraciones disponibles y datos adicionales, por ejemplo, si el objeto es un gráfico generado por ordenador, etc.

Si se quiere obtener una nueva ilustración graduada, por ejemplo, para una visión diferente, unas características de entorno de visualización diferentes, unas preferencias de usuario diferentes, etc., la unidad de comparación 110 analizará normalmente la ilustración completa (ya que generará un nuevo píxel para cada uno de todos los píxeles en las otras ilustraciones graduadas, y esto a continuación se corresponderá con una estimación basada en imágenes de cómo las escenas deberían verse, en general, bajo diferentes situaciones de representación, proporcionadas las dos gradaciones de ejemplo), pero, por supuesto, las ilustraciones de más imágenes pueden estar implicadas (por ejemplo, una imagen específica (anterior) se puede marcar como teniendo una gradación específicamente representativa para la toma o la escena, o seleccionada porque contiene unos objetos oscuros graduados que no están presentes en la imagen actual para volver a representarse, u otra ilustración de referencia). A continuación, la transformación de representación puede emplear esta información adicional al determinar el cambio en el valor de gris, por ejemplo, empezando desde la ilustración de HDR para objetos más luminosos que están presentes en la imagen actual. Esto puede ser útil, por ejemplo, para ajustar la representación para reservar la gama o tener en cuenta varios efectos.

A continuación, la estructura de datos de diferencia de gradación comprenderá al menos uno (o varios) valores de píxel en ambas ilustraciones graduadas para al menos una región seleccionada de píxeles en la imagen. Varias estructuras equivalentes pueden emplearse, a partir de un complejo que resume la totalidad de la imagen, o un sumario estadístico de los mismos, para una representación local sencilla (por ejemplo, en algoritmos de análisis que se ejecutan sobre pequeñas partes de la imagen en un momento, en cuyo caso el resto de la imagen puede resumirse en datos adicionales).

Se usa como ejemplo la figura 3, para mostrar cómo calcular una gradación para una visualización intermedia MDR (intervalo dinámico medio) entre una visualización de LDR (por ejemplo, destinada para unas visualizaciones de 8 bits de $L_{max_LDR} = 500$ nits clásicas) y una visualización de HDR (por ejemplo, para unas visualizaciones de referencia de $L_{Max_HDR} = 5000$ nits, de acuerdo con la que realizó la codificación de HDR), por ejemplo una visualización de HDR de menor calidad solo es capaz de un blanco de 2000 nits de salida, únicamente sobre la base de las gradaciones de LDR y de HDR disponibles. La derivación real de una gradación de MDR (y de la misma una señal de activación de ilustración de MDR, sin embargo, en el ejemplo de la figura 3, se deriva inmediatamente la señal de activación d_{norm}) se realiza por una unidad de regradación 112, o un método. El experto en la materia debería entender que con consideraciones similares, las versiones similares de la unidad de comparación o el método, y la unidad de regradación o el método pueden construirse usando además o únicamente otros datos que codifican la gradación de la segunda ilustración graduada. Por ejemplo, si en una codificación, la imagen HDR se codifica basándose predominantemente en un mapeo de tonos IL_PRED a partir de la ilustración graduada de LDR, entonces, una inversa de ese mapeo de tonos puede ser una función útil (es decir, los expertos en la materia pueden construir regradaciones similares a los ejemplos siguientes, no simplemente sintonizando las regradaciones por los datos adicionales, por ejemplo, si el mapeo de tonos inverso se corresponde con una disminución del valor de gris de los objetos particulares de una cierta extensión, la regradación para el MDR puede hacerse en una extensión reducida, sino también usando estos un dato único para derivar las funciones regradación).

En la figura 3, se muestran dos funciones de conversiones optoelectrónicas, un $OECF_LDR$ de una ilustración de LDR, y un $OECF_HDR$ de una ilustración de HDR (por ejemplo, la visualización de referencia de 5000 nits). Se muestran con un eje x normalizado analógico (de manera que la cantidad de bits que codifican las ilustraciones graduadas de LDR resp. de HDR correspondientes es irrelevante, ya que ambas, por ejemplo, de 8 bits y 14 bits se mapearán a 1), y el eje y, muestra si se aplica el valor de x_{d_norm} como un valor de activación de visualización, la visualización emite una luminancia igual al valor L_{out} de la curva. Normalmente, tales curvas son funciones gamma, teniendo en cuenta además otras compensaciones para un deslumbramiento normal o real etc. La comparación se focaliza en al menos uno o algunos puntos de la curva, por ejemplo, una región de colores de píxel, que tienen valores de gris blanquecino y corresponden al intervalo de valor de activación $R_{obj_W_LDR}$ en la gradación de LDR, y al $R_{obj_W_HDR}$ en la gradación de HDR. Nótese que en este escenario simple que se focaliza principalmente en cómo una visualización puede visualizar valores de gris por su comportamiento electroóptico (es decir, los valores de píxel se interpretan en una vista de visualización-gamma), la gradación puede interpretarse como un cambio a lo largo de la $OECF$, es decir, el intervalo en el LDR tiene una distancia menor dw_l desde el LDR máximo que la distancia dw_h desde el máximo de la ilustración de HDR. Esto puede deberse a que el graduador considera que el objeto es demasiado brillante, si fuera a representarse, por ejemplo, con una simple extensión lineal de los valores de LDR en el intervalo de HDR, es decir, se corrigen los valores de activación de los píxeles en la ilustración de HDR para que sean más bajos que los valores de extensión plana (nótese que los valores de extensión plana para un LDR y un HDR pueden proceder de, por ejemplo, mapear ingenuamente los valores sin procesar de cámara). En este intervalo de objeto, los píxeles específicos en la imagen de LDR (por ejemplo, el píxel 301, o 302 que tienen un cierto valor de gris como se ve en la gráfica) se corresponden (por ejemplo, simplemente mediante una colocación geométrica, o con algoritmos de asignación más complejos) con los píxeles específicos 303 resp. 304 en la imagen de HDR. Sería interesante conocer concretamente qué valor de activación se necesita (para el píxel 305) en una visualización MDR intermedia, proporcionados los píxeles graduados "óptimos" para un LDR resp. un HDR (302 resp. 304). Ventajosamente, con un algoritmo simple, para

gradaciones de interpolación, este punto 305 puede obtenerse determinando el OECF_MDR para esa visualización de MDR, y calculando el punto de intersección de este OECF_MDR y la línea que une los puntos 302 y 304 en la gradación de LDR resp. de HDR. De la misma, puede determinarse el valor de activación d_{norm_sol} para activar la visualización de MDR. La aplicación de este OECF_MDR tiene muchas ventajas que conducen a una buena solución. Por ejemplo, si la luminancia de salida es la misma para todas las visualizaciones, la línea de conexión horizontal producirá para cualquier OECF un valor de activación que producirá esa luminancia de salida. A la inversa, puede haber escenarios de múltiples puntos en un OECF correspondientes a un solo punto en el otro OECF, a causa del recorte. Por ejemplo, en la región oscura, un OECF_MDR y un OECF_LDR son relativamente similares localmente. Esta similitud resultará a partir del algoritmo de mapeo, ya que la diferencia en la representación entre los dos píxeles oscuros 311 y 312 se escala muy bien de acuerdo con las capacidades de la visualización para que cada vez más puntos diferentes 314 y 315, la mayoría de los OECF_MDR lleguen a ser similares a los OECF_HDR. Por supuesto, pueden usarse algoritmos más complejos, examinando más de cerca la localización de los puntos o un conjunto de puntos a lo largo de los diversos OECF, y, en particular examinando en las posiciones esperadas en comparación también con los puntos de referencia exteriores al intervalo/región del objeto en comparación con las referencias interiores (que tiene que ver, respectivamente, con cómo el graduador juzga el impacto de diversos escenarios de gradación de las relaciones de tonalidad globales, frente a los contrastes internos de objetos). Por ejemplo, como un mapeo más complejo para el punto 306, las ecuaciones de mapeo pueden comprender unas relaciones de evaluación de dónde se encuentra un punto dentro de un intervalo normal de puntos de objeto (por ejemplo, la distancia d_{mo_h} desde el punto 304 más luminoso) frente a dónde se compara el intervalo, por ejemplo, el máximo (dw_h), y esto para los valores de pixel graduado de MDR previsto (la distancia dw_m debería conformarse, lo que puede esperarse dadas las otras dos gradaciones, al menos dentro de una tolerancia, por lo que, por ejemplo, puede cambiarse un poco más excesivamente hacia valores más oscuros de lo que se esperaría linealmente dado dw_h y dw_l , pero no más oscuros que dw_l), frente a las relaciones en las diferentes gradaciones (LDR, HDR, y posiblemente gradaciones adicionales, para otras visualizaciones, u otros escenarios de visualización, etc.). Las ecuaciones de mapeo pueden contener también unos valores característicos, tales como por ejemplo, un promedio o un color producido a menudo en el intervalo de objeto bajo procesamiento, y estos valores pueden incluso co-almacenarse como metadatos con las imágenes codificadas, por ejemplo, sobre la base de analizar de manera estadística el proceso de gradación en el lado de gradación (por ejemplo, se puede explorar en el graduador jugueteando con cuidado con los valores tratando de encajarlos de manera óptima en una parte superior de un intervalo permisible para un cierto objeto o tipo de objetos, explorando en tales parámetros como la cantidad de tiempo invertido en esa gradación etc., que puede guiar a la regradación en el mapeado en un subintervalo correspondiente de la visualización OECF MDR). Unos ejemplos de datos útiles para afinar las regradaciones son, por ejemplo un intervalo de colores brillantes R_white , que puede ser de diferentes grados relativamente bien representables en visualizaciones de intervalo dinámico superior frente a menos en las visualizaciones de intervalo inferior, frente a otros escenarios para comparar y regradar unos objetos o regiones en intervalos intermedios como R_mid , que esta/estaría bien representado incluso en muchas visualizaciones de LDR o por debajo.

Un ejemplo de una gradación más compleja, que puede ser útil para extrapolar hacia, por ejemplo, una visualización de sub-LDR (tal como, por ejemplo, la visualización de calidad inferior 281 de un dispositivo portátil 280, que puede incluso necesitar para activarse de manera óptima considerar un mayor deslumbramiento, es decir, un contraste reducido), así como una sintonización para otros deseos como, por ejemplo, las preferencias de usuario, se ilustra con la figura 4.

Debería entenderse que, como alternativa a la presentación de todo en una representación OECF física, y concebir todas las otras modificaciones como cambios a lo largo de esas OECF, también pueden representarse varias modificaciones de valores de gris, tales como los mapeados de tonos (por ejemplo, una configuración de contraste preferida de usuario) como modificaciones de las OECF produciendo una OECF total, por ejemplo, un OECF_TDR (como si la visualización no tuviese un comportamiento gamma más, sino algún otro comportamiento complejo, o en otras palabras, una reevaluación de los mapeados de color de pixel en alguna otra vista de transformación global (o incluso más compleja, o semi-global). A continuación, una curva OECF_TDR de este tipo puede verse como una curva de sistema de representación normal en lugar de como una curva de visualización simple. Esto es específicamente interesante para las modificaciones que son "siempre esperables" (como un usuario al que le gusta sus regiones brillantes siempre excepcionalmente brillantes, sin embargo, pasan a ser graduadas), y para distinguir de la gradación específica de los objetos específicos, en particular, las imágenes/ilustraciones (que una intención artística puede, a continuación, representarse todavía como cambios). Por ejemplo, el graduador puede preferir que una toma de un abrigo oscuro en la escena original en realidad debiera graduarse como un blanco brillante, y el usuario quiere que todos los abrigos brillantes sean aún más brillantes. Cualquiera que pueda ser la OECF real de la visualización, el usuario la ha configurado (por ejemplo, con unas tablas de búsqueda adicionales o similares) para tener un OECF_TDR característico que no se preocupe demasiado por los colores oscuros (ha añadido una compensación de brillo a la misma, tal vez porque la película tiene algunas escenas oscuras y el usuario quería verlas mejor proporciona el brote de su iluminación de la sala de estar reflejando sobre el vidrio frontal de la pantalla), ha especificado un gran contraste de colores intermedios (en las curvas de intervalo) y prefiere recortar (incluso si la visualización puede representar en realidad los colores brillantes hasta su máximo L_max_TDR) al menos los puntos culminantes más brillantes 401, 402 (por encima del valor HL_ref_HDR o un parámetro especificado de manera similar, en función de las matemáticas por detrás de los controles de usuario, lo que quiere

aplicar mejoras de color inteligentes con no demasiadas configuraciones de usuario) a un único valor normal de punto culminante L_max_APL (es decir, los puntos se mapearían de la gradación HDR, por mapeo 410 et al., al punto 404).

5 El graduador creativo en el lado de la creación de contenido puede ahora tener algo que decir sobre cómo deberían verse las representaciones (aproximadamente) en tales condiciones variables, como por ejemplo, un aumento de brillo de usuario. También puede usar unas curvas parciales. Por ejemplo, por encima del valor de activación LE_dvH puede usar una estrategia de interpolación simple basándose en el comportamiento de visualización gamma como se ha explicado anteriormente. Pero para colores más oscuros, puede describir una u otras varias estrategias de transformación, por ejemplo, una para mantener un detalle de imagen máximo discernible, una para un aspecto (oculto) de máximo miedo, etc. Las diferencias en la gradación de HDR (más favorable) y la gradación de LDR pueden interpretarse a la luz de esto (por ejemplo, cómo el detalle viene a vivir en las gradaciones de un intervalo dinámico sucesivamente superior), y por lo tanto las funciones de predicción (simbolizadas como flechas en la figura 4), o las funciones parciales como el OECF_TDR que determinan el comportamiento del sistema medio, pueden caracterizar la diferente gradación en al menos dos gradaciones, y determinar el comportamiento de regradación para una tercera gradación. Por ejemplo, si un usuario pulsa el botón de brillo, el sistema se mueve hacia el o un detalle más que preserve la regradación de los colores más oscuros.

20 Este algoritmo usa unas transformaciones esperables para las predicciones iniciales, y a continuación corrige sobre la base de los valores de píxel reales graduados en las varias ilustraciones graduadas de LDR, HDR. Por ejemplo, una gradación puede construirse con valores de referencia normales para la visión envolvente. Se podrían aplicar, después de aplicar el método de la figura 3, las transformaciones colorimétricas convencionales basándose en los principios psicovisuales humanos para a partir de entonces, por ejemplo, aumentar el contraste de la imagen cuando se ve en un ambiente oscuro que prescribe para, por ejemplo, la codificación de LDR (es decir, la señal de LDR es para modificarse para su uso en una visualización de LDR, pero en un entorno significativamente más oscuro). Pero esa puede ser subóptima, al menos de acuerdo con las preferencias artísticas del graduador. Como alternativa, se podrían incorporar estos factores (un contraste aumentado necesario, al menos, a lo largo de un intervalo de los valores de activación) directamente en el modelo de predicción de las gradaciones disponibles. Esto podría hacerse a la vez si algunas de las gradaciones (parcialmente) transmiten una información precisa sobre cómo debería ser la gradación para una disminución en la luminancia de entorno de visión (por ejemplo, el graduador puede para un par de ilustraciones representativas regraduar, por ejemplo, una segunda gradación de LDR y de HDR para la oscuridad envolvente), que la información puede a continuación usarse para aumentar la precisión de los mapeos para otras imágenes/objetos/escenarios, pero incluso con solo dos gradaciones simples de LDR y de HDR, la estrategia de la figura 4 tiene sentido. En este procedimiento a modo de ejemplo, se considera un intervalo de colores de píxel en el LDR, y se predice que al menos un punto del mismo (por ejemplo, el punto medio) debería caer en el mapeo de tonos de destino OECF_TDR, es decir, en el punto P_LD (este mapeo se realiza creando unas funciones que tienen en cuenta todas o algunas de las correcciones psicovisuales necesarias que caracterizan la adaptación del usuario al nuevo entorno de visión, sus preferencias en relación con el contraste, etc.). Haciendo lo mismo con el HDR (es decir, en el subintervalo o región objeto en la gradación de HDR) produce un P_HD, que es diferente del P_LD por una comparación dp. Esto puede deberse normalmente a que el graduador ha pensado que estos colores deberían reproducirse con una tonalidad leve en las visualizaciones de HDR brillantes, mientras que por ejemplo, las limitaciones físicas pueden obligarle a representarlas con los valores más altos de activación para el LDR. El algoritmo de mapeo final para obtener el punto correspondiente 410 al punto medio en el OECF_TDR determinará entonces si debería estar más cerca de la predicción de LDR o de HDR, teniendo en cuenta tales factores como: 45 porque el usuario prefiere este pequeño subintervalo a representarse con alto contraste, no pueden representarse tantos niveles de gris para este intervalo, que también puede explorar en donde el intervalo R_LDR está en la totalidad de los posibles valores de gris, lo que resulta en el hecho de que el punto 410 debería estar más cerca de la predicción de LDR P_LD. Por supuesto, un algoritmo ciego con menos ecuaciones de modelado de precisión puede tomar como una aproximación razonable el punto medio entre P_LD y P_HD, lo que simplifica la carga de cálculo, es decir, un detector puede evaluar la diferencia entre P_LD y P_HD y a continuación decidir si se necesitan una mayor precisión y un cálculo más complejo. En la representación común, el intervalo que se compara en este ejemplo cae entre los valores de activación LE_dvH y HE_dvH. LRO_min y LRO_max son ejemplos que caracterizan el subintervalo de LDR en el eje de luminancia.

55 Tales modelos pueden representar las complejidades como se ilustra con la figura 5. Por ejemplo, en la figura 5b, está presente (quizás local, es decir, solo para algunas regiones u objetos) una gradación real adicional, y el punto correspondiente G_MDR muestra que debería hacerse una interpolación más precisa, no de acuerdo con las trayectorias lineales, sino más bien con las trayectorias no lineales (esto puede provenir del hecho de que cerca de la gradación HDR, las gradaciones intermedias de las que el color no debería diferir demasiado, pero por encima de una cierta distancia de HDR, convergen rápidamente en la situación del LDR. Esto puede ser, por ejemplo, debido a las opciones del graduador para exprimir todo lo posible fuera de cualquier visualización de intervalo dinámico superior para esos colores. Tales consideraciones pueden manejarse de manera matemática con ecuaciones que contienen, por ejemplo, una distancia a lo largo de una predicción lineal entre los puntos de LDR y de HDR, y una desviación ortogonal de la misma. La figura 5a muestra un ejemplo de una construcción de una estructura de datos de diferencia de gradación más compleja DATGRAD con un nivel local para ese comportamiento no lineal complejo de imagen para las gradaciones intermedias, por ejemplo, siendo el punto 503 una gradación precisa para una

visualización con el valor máximo L_M1, y posiblemente unos parámetros adicionales Px_1 como un valor mínimo, etc. Un mapeo de acuerdo con una predicción matemática paramétrica PMAP, puede desviarse mediante una distancia curvilínea DELT del punto graduado real de manera óptima, por lo que la mayoría de estos puntos están disponibles, puede llegar a ser lo mejor de la predicción. Esos puntos y las curvas pueden estimarse sobre la base de pocos datos (como solo la gradación de LDR y de HDR, y unos parámetros colorimétricos adicionales) en el lado receptor, pero también pueden determinarse sobre la base de los datos co-codificados del lado emisor (por ejemplo, el software del aparato del graduador puede haber añadido algunas curvas muy representativas, o parámetros (más exactamente) para regenerarlos.

Volviendo a la figura 1, se muestran algunos componentes opcionales conectados. Un módulo de análisis de situación 130 proporciona unos parámetros relacionados con una situación que requiere otra representación, por ejemplo, diferentes algoritmos de mapeo, u otro mapeo de tono de destino OECF_TDR (que puede determinarse por la unidad de regradación 112 sobre la base de los datos transportados, o por el módulo de análisis de situación en sí mismo y transferidos), etc. Puede conectarse a diversos dispositivos, como por ejemplo, uno o más dispositivos de medición de entorno 132 (que puede ser, por ejemplo, un medidor de iluminancia que mide el brillo de la sala de estar o la envolvente en la que reside la visualización, y transfiere esta información como unos datos de caracterización del entorno VCHAR). El aparato de procesamiento de imágenes 101, ya sea en un lado del creador, o en un lado de recepción tal como en un ordenador o en un decodificador, también puede conectarse a un controlador de usuario 134 (por ejemplo, un mando a distancia). De esta manera, las regradaciones pueden determinarse sobre la base de ciertas preferencias de usuario. Por ejemplo, un usuario puede tener varias configuraciones de calidad visual disponibles, un simple aumento de contraste global como con una televisión clásica, o un control más relacionado HDR que con, por ejemplo, tres parámetros establecidos: una configuración de brillo de los colores más oscuros, un contraste de intervalo medio y un aumento o atenuación preferido de los colores más brillantes (desde la que los algoritmos pueden construir o modificar a continuación las funciones de mapeo de tonos). A continuación, las configuraciones controladas por el usuario USRSET pueden ser tres valores numéricos, por ejemplo, pueden incorporarse unas configuraciones inteligentes adicionales en la televisión, un reproductor de contenidos, etc., por ejemplo, una configuración de ahorro de energía global, lo que hace más para el mapeo de tonos que solo el escalado de la salida máxima, pero aplica una curva inteligente también teniendo en cuenta la visibilidad óptima de los objetos de intervalo medio importantes (posiblemente teniendo en cuenta los datos de entorno de visión). Otra configuración puede trabajar solo con los colores más brillantes, por ejemplo, para aumentar o reducir su impacto o molestia.

La figura 2 muestra un sistema de sala de estar a modo de ejemplo que puede emplear y beneficiarse de las realizaciones presentes. Por ejemplo, el aparato de procesamiento de imágenes puede realizarse como un CI de procesamiento de imagen 101 en un reproductor de disco óptico 210 (por ejemplo, un BD, pero nótese que esto es solo a modo de ejemplo ya que la invención puede realizarse con otros medios de memoria como por ejemplo, una memoria de estado sólido, o unas rutas de transmisión de datos, como una conexión a Internet, etc., y por supuesto el "aparato" de procesamiento de imágenes pueden ser también cualquier aparato grande). Un disco bluray 215 puede contener las dos ilustraciones graduadas (o la información equivalente a las mismas), y además datos adicionales 216 con respecto a cómo las ilustraciones deberían graduarse y/o representarse (por ejemplo, especificado explícitamente por el graduador de objetos específicos, o automáticamente derivado del ejercicio de gradación), y potencialmente otra información, tal como las gradaciones deberían mapearse a los parámetros de compresión, etc. Estos últimos pueden enviarse a través de pistas adicionales, o metadatos, por ejemplo, unos sistemas como una información mejorada suplementaria en el AVC. Por ejemplo, el aparato de gradación en el lado de los graduadores (por ejemplo, 603) puede realizar un seguimiento de la cantidad de tiempo que un graduador está pre-ocupado con la gradación de diversos objetos. Esta es una indicación de lo importante que probablemente sea un objeto, y puede representarse numéricamente, por ejemplo, en el mapa de la región de interés ROIMAP. Los algoritmos de procesamiento de imágenes automáticos en el lado receptor pueden, a continuación, tener en cuenta esta información, por ejemplo, pueden asegurarse de que el objeto es óptimamente visual en una visualización de baja calidad. También pueden almacenarse los modelos paramétricos que ayudan a recrear las estructuras como en la figura 5a. Nótese que puede haber metadatos para permitir la regradación a diferentes tipos de gradación, que pueden formar plantillas aproximadas que permiten una afinación más precisa, por ejemplo, cómo al menos los objetos más importantes deberían mapearse del LDR al SLDR, cómo el LDR debería mapear al LDR* bajo otras condiciones de visión esperadas, y una probable gradación intermedia. El graduador puede especificar incluso más precisamente (al menos para algunos objetos críticos) cómo, para un número mayor en un intervalo de diferentes visualizaciones, el efecto debería regradarse con precisión. La información semántica puede co-almacenarse, el tipo de imagen, objeto o efecto etc. al que se refiere, por ejemplo, una luz de flash que debería brillar hacia el espectador, o una explosión que le deslumbraría temporalmente, etc. Nótese que si bien se ha mencionado un disco BD de consumidor, este también puede ser un dispositivo de almacenamiento para el almacenamiento permanente de la gradación en un lado del propietario del contenido, o un medio de transmisión para transmitir a un estudio de televisión, etc. Del mismo modo, aunque se han descrito las regradaciones en un entorno de consumidor, pueden realizarse también en un entorno profesional, por ejemplo, como pre-gradación automática antes de una corrección humana. Aunque también una pantalla en sí misma puede contener el CI de procesamiento de imágenes, en este ejemplo se asume que el reproductor de BD (o también podría ser un decodificador, o un PC o un dispositivo multimedia doméstico etc.) hace el análisis de gradación y regradación. Puede conectarse a un televisor 200 a través de una conexión inalámbrica o por cable 213 (por ejemplo, HDMI), que puede o bien transmitir la ilustración

graduada deseada (por ejemplo, la ilustración MDR), u otros datos que permitan a la televisión hacer (las primeras o más) regradaciones, funciones de procesamiento de imágenes tales como un aumento de enfoque o una modificación del color, etc. La televisión está compuesta de un panel LCD 201 y una unidad de retroiluminación LED 202, y tiene una unidad de luz ambiental separada 261. El reproductor de BD también puede construir un SLDR de gradación adicional para enviarse a la pantalla portátil 280, que un segundo usuario está viendo en su dormitorio.

En realizaciones de interés, la tercera gradación es también una ilustración LDR (por ejemplo, la QLDR1), es decir, que normalmente es una ilustración que se parece mucho a la gradación de LDR de entrada (es decir, los colores/luminancia de sus píxeles caen dentro de un intervalo de varianza RANGVAR alrededor de las luminancias del LDR de entrada, habiendo, por ejemplo, solo ajustes de adición/mejora del enfoque o la textura). Algunos ejemplos de esto se ilustran con la figura 6, que también muestra una cadena de uso de imagen desde la creación hasta la representación. Una cámara de 601 almacena los datos sin procesar de la cámara en un máster de almacenamiento 602, desde donde se gradúa el máster en un aparato de gradación 603, y se almacena en un almacenamiento master digital 604 (esto puede equipararse con la entrada de HDR, aunque, por supuesto, pueden estar implicadas unas transformaciones más automáticas o guiadas por un usuario). Este último master digital puede graduarse de nuevo en un segundo aparato de gradación 605 y almacenarse en un almacenamiento de LDR 606 (por ejemplo, esto puede ser la gradación para almacenar un LDR en 8 bits en un BD), junto con el HDR (por ejemplo, un master digital de registro de 12 bits). A continuación, puede haber una codificación en capas implicada, en la que un compresor de LDR 610 comprime la señal de LDR de acuerdo con los principios basados en la DCT, como por ejemplo, en un AVC. Un descompresor de LDR 611 reconstruye lo que un lado de recepción puede hacer, y un indicador de HDR 612 aplica un mapeo de tonos para predecir la señal de HDR a partir de la señal de LDR descomprimida. Un codificador de HDR 613 codifica la señal de HDR, por ejemplo, como un residuo (y/o una corrección de la función(s) de mapeo de tonos). Para más detalles de una realización a modo de ejemplo refiérase al documento EP 10168565.9 (PCT/IB2011/052892). Un formateador 614 pone todo junto, por ejemplo, en un disco de BD, o para transmitirse a través de la red 620. Un desformateador 630 desempaqueta todo en el lado receptor, y obtiene a través del descompresor de LDR 631 una ilustración de LDR (o secuencia de ilustraciones) y los datos que codifican la imagen graduada de HDR (es decir, por ejemplo, las ilustraciones de diferencia) D_HDR. A través de un segundo indicador de HDR 632 y un decodificador de HDR 633, la señal de HDR puede reconstruirse fielmente. Nótese que en este enfoque por capas, de manera similar al codificador de HDR 613, puede haber codificadores adicionales que codifiquen las señales de diferencia sobre la base del LDR, y potencialmente también las otras señales como el HDR, por ejemplo, para una visualización de MDR, u otros entornos de visión, etc.

Una aplicación ventajosa de las realizaciones presentes es la unidad de mapeo de tonos inversa opcional 634. Concretamente, si la imagen de HDR (nótese que la función de mapeo de tonos inversa puede derivarse a partir de las versiones disponibles del mapeo de tonos desde el LDR al HDR, pero por supuesto puede (co)derivarse también analizando las ilustraciones de HDR y de LDR) se refiere a la LDR a través de un mapeo de tonos, entonces el LDR puede derivarse del HDR a través de su inversa (ITM, relacionando todas las luminancias L_HDR de la ilustración de HDR a las luminancias L_LDR ; nótese que en vista de las gradaciones complejas, tal mapeo de tonos no es necesario que se fije para una imagen completa, pero puede ser local de manera espaciotemporal). Sin embargo, es importante entender, que se puede mapear aproximadamente (por ejemplo, mapeando las señales promedio espaciales a pequeña escala del LDR y del LDR* entre sí) la predicción basada en el HDR, y a continuación mejorar la señal de LDR (ya que el HDR tendrá texturas más precisas, por ejemplo, gradaciones más precisas que pueden haberse marcado fuera en la entrada del LDR). Más aún, esto permite enviar una señal de LDR más toscamente representada (es decir, con menos bits) (lo que a primera vista parece contrario al enfoque de predicción en capas), y a continuación reservar más bits para los datos de HDR. Esto es ventajoso para los sistemas como por ejemplo, de cable o Internet, que pueden no tener demasiado ancho de banda disponible, sin embargo, quieren experiencia y calidad óptimas para aplicaciones de HDR de calidad superior. Por otro lado, necesitan continuar dando servicio a los sistemas heredados. Un sistema totalmente heredado puede a continuación obtener datos de LDR de alguna calidad inferior, por ejemplo, más con forma de bloques. Sin embargo, un decodificador puede actualizarse más fácilmente con un software, o un consumidor comprará más fácilmente un reproductor de 150 \$ que un nuevo televisor de 1.500 \$, por lo que este escenario es interesante en el que el usuario tiene un nuevo reproductor, por ejemplo, un reproductor de BD con el sistema de la figura 6, aún una pantalla de LDR clásica 200. La unidad de mapeo de tonos inversa 634 genera a continuación una señal de LDR de mayor calidad QLDR1 a partir de todos los datos disponibles de la gradación de LDR y de HDR, que tiene menos defectos de bloque, etc.

Otro procesamiento que puede hacerse de manera opcional (y también en un sistema separado) es mediante el procesador de imágenes 635. Por ejemplo, puede añadir texturas espaciales seleccionadas desde la gradación de HDR a las regiones seleccionadas de la señal de LDR, para hacerlas incluso más nítidas, produciendo el QLDR2. Por supuesto, pueden emplearse también funciones más complicadas para derivar una señal de activación final a partir de todos los datos de ilustración disponibles, por ejemplo, la señal de LDR de entrada y la señal QLDR1 se pueden mezclar, sobre la base de, por ejemplo, un análisis de la calidad (por ejemplo, explorando si la textura subyacente es un gradiente suave, o complejo, etc.).

La figura 7 ilustra de manera esquemática otro ejemplo del procesamiento de imágenes que puede hacerse en una gradación de LDR que tiene la gradación de HDR correspondiente, concretamente, un enfoque. Ya que el HDR tiene datos de mejor calidad, es mejor enfocar esa señal (no aumentar los defectos, etc.). Una unidad de aislamiento de

alta frecuencia 701 deriva una parte de alta frecuencia h_{HDR} de la señal de HDR (por ejemplo, conteniendo su micro-textura). Una unidad de selección espacial 703 determina para qué píxeles deberían usarse estos datos. Una unidad de transformación 705 determina cómo debería transformarse la micro-textura a aplicarse en el intervalo de LDR, por ejemplo, puede ser una unidad de ganancia que controla la cantidad de enfoque local y un mapeador 707 mapeará con precisión los valores de gris de esta fina textura al perfil subyacente del objeto de LDR, después de lo cual se añade al LDR por el sumador 711. Los expertos en la materia se darán cuenta de cómo realizar tales operaciones alternativas como por ejemplo, la máscara anti-nitidez, y cómo construir de manera similar otras funciones de procesamiento de imágenes. Por ejemplo, este método es útil para eliminar los defectos de contorneado de LDR.

La figura 8 muestra de manera esquemática cómo las diferentes vistas de reproducción de los creadores pueden representarse por diferentes modelos que dependen de los valores de ciertos parámetros. Por ejemplo, en cuanto a la función de predicción que mapea el LDR respectivamente de la gradación de HDR de una referencia común, se puede codificar esto basándose en parámetros como por ejemplo, las capacidades de representación de color oscuro de una visualización de referencia (LDR) (en la que se determina normalmente el grado de LDR), o el nivel de luz envolvente de visualización. Lo mismo puede hacerse, por ejemplo, con el OECF total (por ejemplo el OECF_TDR) con el que se modela el comportamiento de representación promedio del sistema de representación, es decir, se juzga, etc.

En este ejemplo el eje "representatividad del negro" determina cuantos colores más oscuros pueden verse todavía, por ejemplo, con la reflexión de la iluminación envolvente en la placa frontal de la pantalla. El nivel malo puede indicar, por ejemplo, que el 10% de todos los valores de activación no pueden discriminarse entre sí. Bueno se puede decir que, por ejemplo, los más bajos del 0,5% de los códigos al menos aún pueden discriminarse. Un sistema LDR de baja calidad tiene tanto malos negros como un brillo máximo bajo. En este caso, se prescribe un primer modelo `mod_1`, lo que significa que por ejemplo, para la predicción de lo que es exactamente el grado LDR, este modelo tiene en cuenta una decoloración grave de los colores más oscuros por un graduador normal. Si algunos colores son aun excesivamente oscuros, eso debe significar alguna cosa. Pero en una visualización con mejores negros, un modelo 2 (`mod_2`) puede proyectar precisamente los colores demasiado oscuros, a las partes de luminancia excesivamente oscuras de la usada OECF, por ejemplo, la curva gamma de una mejor visualización de intervalo dinámico. Del mismo modo, puede emplearse para los brillos máximos más altos otra estrategia (`mod_3`). Estas estrategias pueden codificarse en los metadatos (por ejemplo, en `DAT_GRAD`) y los límites (aproximados) entre los mismos, por ejemplo, como líneas rectas o curvas paramétricas, etc. Codificar de manera dependiente del caso los modelos de comparación para diferenciar la gradación de LDR y de HDR (y posiblemente también los algoritmos de especificación de regradación), facilita en gran medida la conmutación inteligente entre diferentes comportamientos previstos.

Los componentes algorítmicos divulgados en este texto pueden (en su totalidad o en parte) realizarse en la práctica como hardware (por ejemplo, partes de un CI de aplicación específica) o como software que se ejecuta en un procesador de señal digital especial, o un procesador genérico, etc.

Debería poder entenderse para el experto en la materia a partir de la presentación, que los componentes pueden ser mejoras opcionales y pueden realizarse en combinación con otros componentes, y cómo (opcional) las etapas de los métodos corresponden a los medios respectivos de aparatos, y viceversa. La palabra "aparato" en esta solicitud se usa en su sentido más amplio, concretamente, un grupo de medios que permiten la realización de un objetivo particular, y por lo tanto pueden ser, por ejemplo, (una pequeña parte de) un IC, o un dispositivo dedicado (tal como un dispositivo con una pantalla), o una parte de un sistema en red, etc. "Disposición" está destinada también a usarse en el sentido más amplio, de manera que puede comprender, entre otras cosas, un solo aparato, una parte de un aparato, una recopilación de (partes de) aparatos cooperantes, etc.

Una versión de producto de programa informático de las realizaciones presentes como denotación debería entenderse que abarca cualquier realización física de una recopilación de órdenes que permite a un procesador de propósito general o especial, después de una serie de etapas de carga (que pueden incluir etapas de conversión intermedias, tales como la traducción a un lenguaje intermedio y a un lenguaje procesador final) introducir las órdenes en el procesador, y ejecutar cualquiera de las funciones características de una invención. En particular, el producto de programa informático puede realizarse como datos en un portador tal como por ejemplo, un disco o una cinta, datos presentes en una memoria, datos que viajan a través de una conexión de red, cableada o inalámbrica, o un código de programa en papel. Aparte de en un código de programa, los datos de características necesarios para el programa también puede realizarse como un producto de programa de ordenador. Debería estar claro que con un ordenador los inventores se refieren a cualquier dispositivo capaz de hacer los cálculos de datos, es decir, también puede ser, por ejemplo, un teléfono móvil. También, las reivindicaciones del aparato pueden aplicarse a las versiones implementadas por ordenador de las realizaciones.

Algunas de las etapas necesarias para el funcionamiento del método pueden estar ya presentes en la funcionalidad del procesador en lugar de descritas en el producto de programa de ordenador, tales como las etapas de entrada y salida de datos.

- 5 Debería tenerse en cuenta que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran más que limitan la invención. Cuando el experto en la materia puede realizar fácilmente un mapeo de los ejemplos presentados a otras regiones de las reivindicaciones, los inventores han concedido no mencionar todas estas opciones en profundidad. Además de las combinaciones de elementos de la invención como se han combinado en las reivindicaciones, son posibles otras combinaciones de los elementos. Cualquier combinación de elementos puede realizarse en un único elemento dedicado.
- 10 Cualquier signo de referencia entre paréntesis en la reivindicación no está destinado a limitar la reivindicación. Las palabras “que comprende” no excluyen la presencia de elementos o aspectos no enumerados en la reivindicación. La palabra “un” o “una” precediendo a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos.

REIVINDICACIONES

1. Un método para analizar una diferencia de al menos dos gradaciones de una imagen sobre la base de:

5 obtener una primera ilustración graduada (LDR) con un primer intervalo dinámico de luminancia;
 obtener datos que codifican una gradación de una segunda ilustración graduada (HDR) con un segundo intervalo
 dinámico de luminancia, siendo los intervalos dinámicos de luminancia primero y segundo unos intervalos
 dinámicos de luminancia inferior y superior;
 10 determinar una estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD) que comprende una especificación
 geométrica de al menos una región en la que hay una diferencia en la gradación entre las ilustraciones
 graduadas primera y segunda y una representación matemática de esa diferencia, sobre la base de al menos los
 datos que codifican la gradación de la segunda ilustración graduada (HDR), caracterizado por que el método
 comprende una etapa de derivar una tercera ilustración graduada (MDR) sobre la base de la estructura de datos
 de diferencia de gradación (DATGRAD), y al menos una de entre la primera ilustración graduada (LDR) y una
 15 segunda ilustración graduada si existe previamente o puede derivarse a partir de los datos que codifican una
 gradación de una segunda ilustración graduada (HDR), en el que la tercera ilustración graduada (MDR) es una
 imagen intermedia (MDR) con un brillo máximo intermedio entre el brillo máximo de la primera ilustración
 graduada (LDR) y la segunda ilustración graduada (HDR).

20 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los datos que codifican la gradación de una segunda
 ilustración graduada (HDR) es la segunda ilustración graduada (HDR), y la etapa de determinar una estructura de
 datos de diferencia de gradación (DATGRAD) comprende comparar los valores de píxel de la primera imagen
 graduada (LDR) y la segunda imagen graduada (HDR), de al menos una región espacial o de luminancia de una
 25 entre la primera ilustración graduada (LDR) y la segunda ilustración graduada (HDR).

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la derivación de la tercera ilustración graduada (MDR) se
 realiza sobre la base de la información obtenida en las características (VCHAR) de un entorno de visualización.

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la derivación de la tercera ilustración graduada (MDR) se
 30 realiza sobre la base de una configuración controlada por el usuario (USRSET) en relación con la visualización de la
 tercera ilustración graduada (MDR), tal como, por ejemplo, una configuración que especifica una molestia de una
 salida de luz, una configuración que limita el uso de energía, o una configuración que especifica unos atributos
 visuales preferidos de la tercera ilustración graduada visualizada (MDR).

5. Un aparato de procesamiento de imágenes (101) para analizar una diferencia de al menos dos gradaciones de
 una imagen que comprende:

una primera entrada (120) para la introducción de una primera ilustración graduada (LDR) con un primer intervalo
 dinámico de luminancia;
 40 una segunda entrada (121) para la introducción de los datos que codifican una gradación de una segunda
 ilustración graduada (HDR) con un segundo intervalo dinámico de luminancia, siendo los intervalos dinámicos de
 luminancia primero y segundo unos intervalos dinámicos de luminancia inferior y superior;
 una unidad de comparación (110) dispuesta para determinar una estructura de datos de diferencia de gradación
 (DATGRAD) que comprende una especificación geométrica de al menos una región en la que hay una diferencia
 45 en la gradación entre las ilustraciones graduadas primera y segunda y una representación matemática de esa
 diferencia, sobre la base de al menos los datos que codifican la gradación de la segunda ilustración graduada
 (HDR), caracterizado por que el aparato de procesamiento de imágenes comprende una unidad de derivación de
 imágenes (112) dispuesta para derivar una tercera ilustración graduada (MDR) sobre la base de la estructura de
 datos de diferencia de gradación (DATGRAD), y al menos una de entre la primera ilustración graduada (LDR) y
 50 una segunda ilustración graduada si existe previamente o puede derivarse a partir de los datos que codifican una
 gradación de una segunda ilustración graduada (HDR), en el que la tercera ilustración graduada (MDR) es una
 imagen intermedia (MDR) con un brillo máximo intermedio entre el brillo máximo de la primera ilustración
 graduada (LDR) y la segunda ilustración graduada (HDR).

6. Un aparato de procesamiento de imágenes (101) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la segunda entrada
 55 está dispuesta para recibir una segunda ilustración graduada (HDR), y la unidad de comparación (110) está
 dispuesta para determinar la estructura de datos de diferencia de gradación (DATGRAD), basándose en la
 comparación de los valores de píxel de la primera ilustración graduada (LDR) con los valores de píxel de la segunda
 ilustración graduada (HDR) de al menos una región espacial o de luminancia de una entre la primera ilustración
 60 graduada (LDR) y la segunda ilustración graduada (HDR).

7. Un aparato de procesamiento de imágenes (101) de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, dispuesto para aplicar
 una transformación de procesamiento de imágenes a la primera ilustración graduada (LDR) sobre la base de al
 65 menos los datos que codifican la gradación de la segunda ilustración graduada (HDR).

8. El método de la reivindicación 1, que comprende además el uso de metadatos para guiar la derivación de la tercera ilustración graduada (MDR), tal como una indicación de cómo una diferencia de este tipo debería tratarse por unas transformaciones de re-representación de imágenes, o la información semántica con respecto a la región espacial graduada de manera diferente.

5

9. Un medio de grabación legible por ordenador que tiene grabado en el mismo un código de programa para realizar el método de la reivindicación 1.

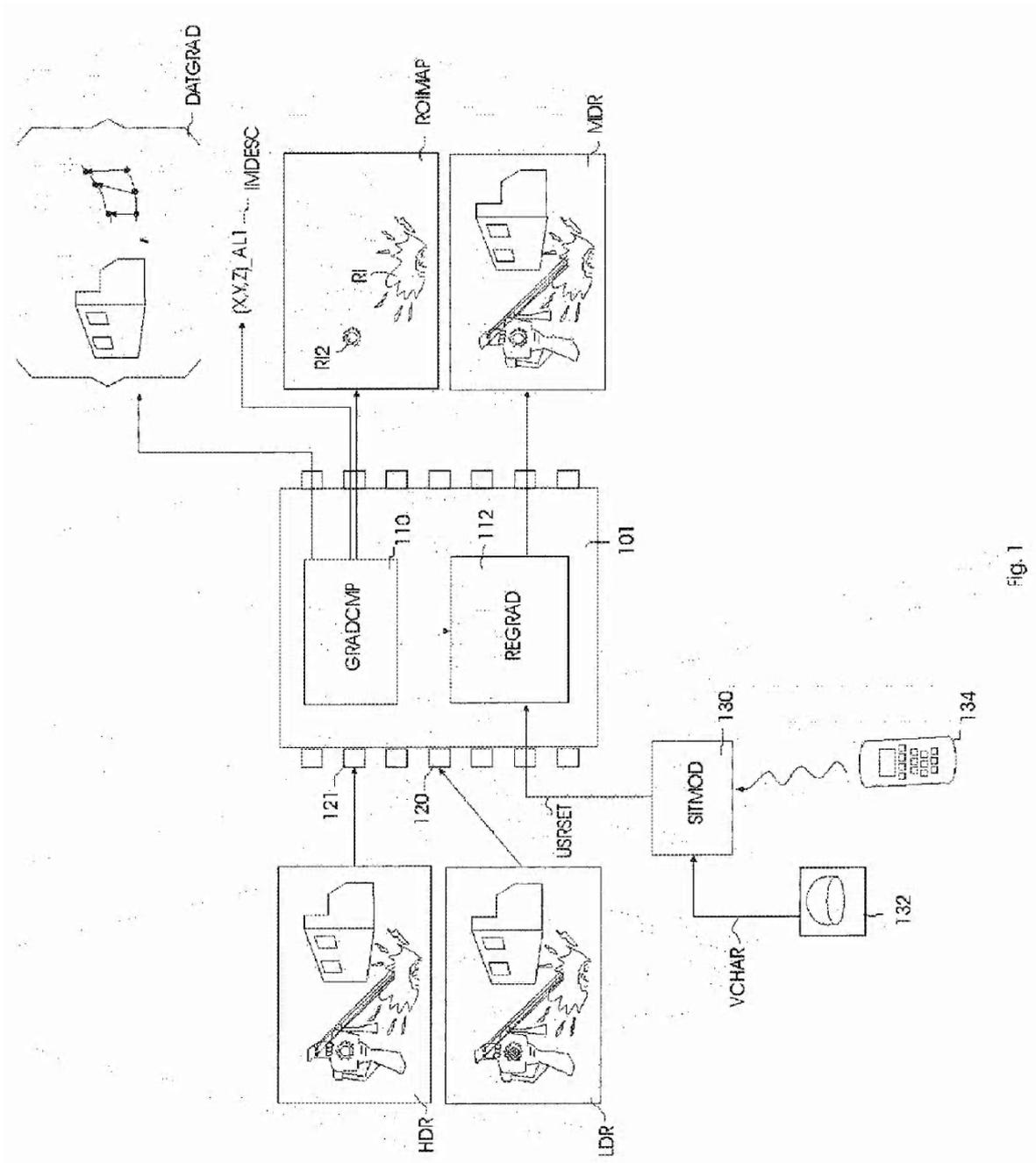


Fig. 1

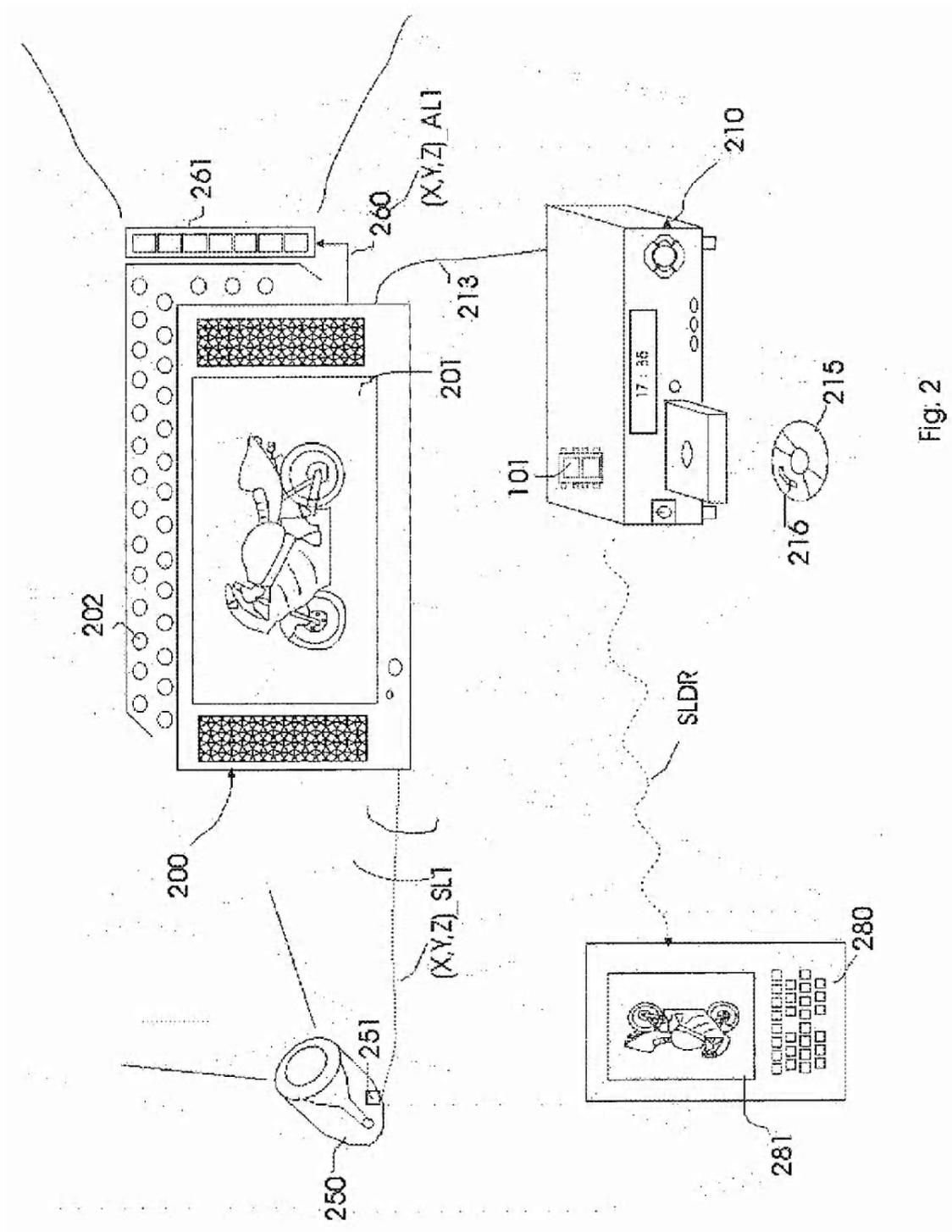


Fig. 2

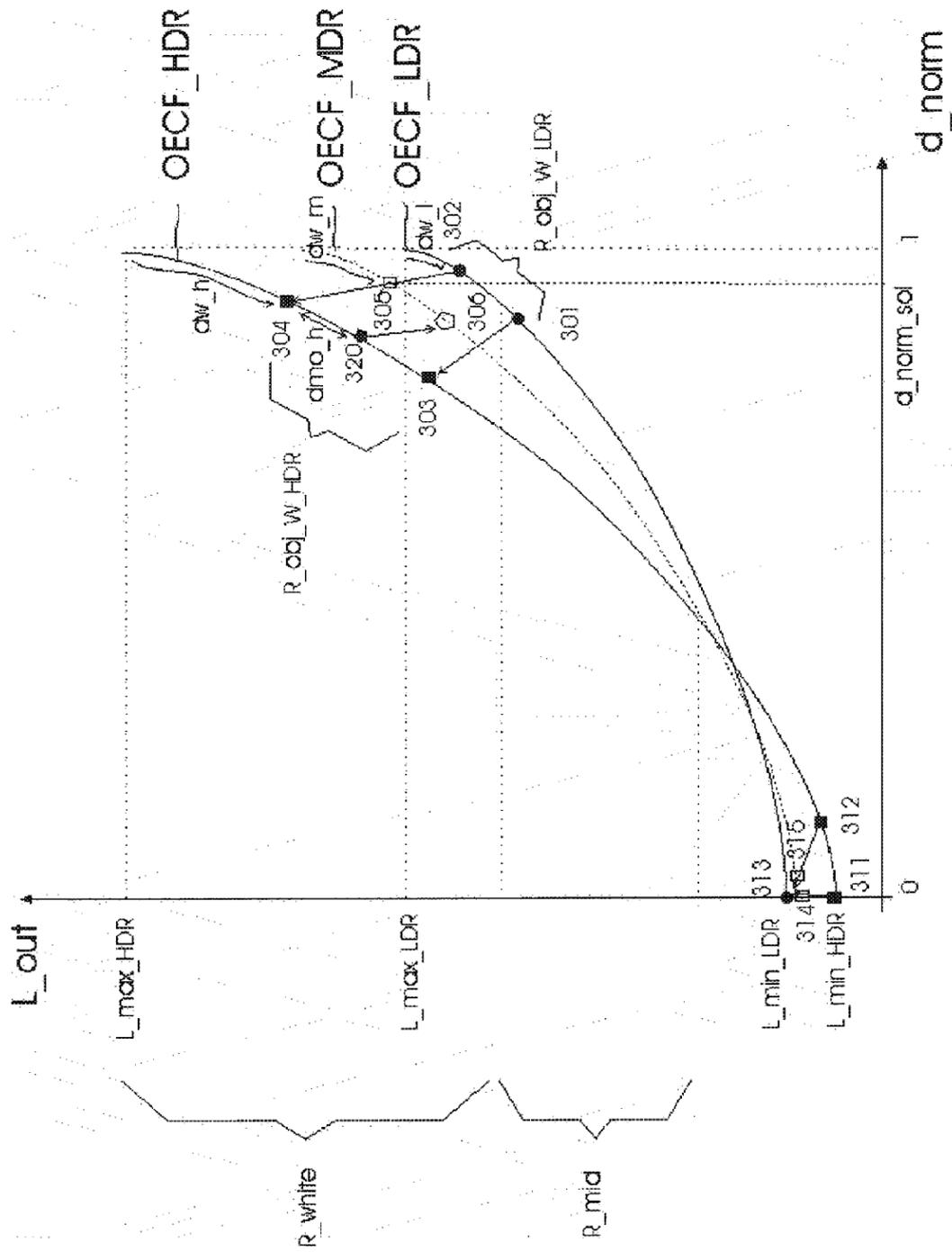


Fig. 3

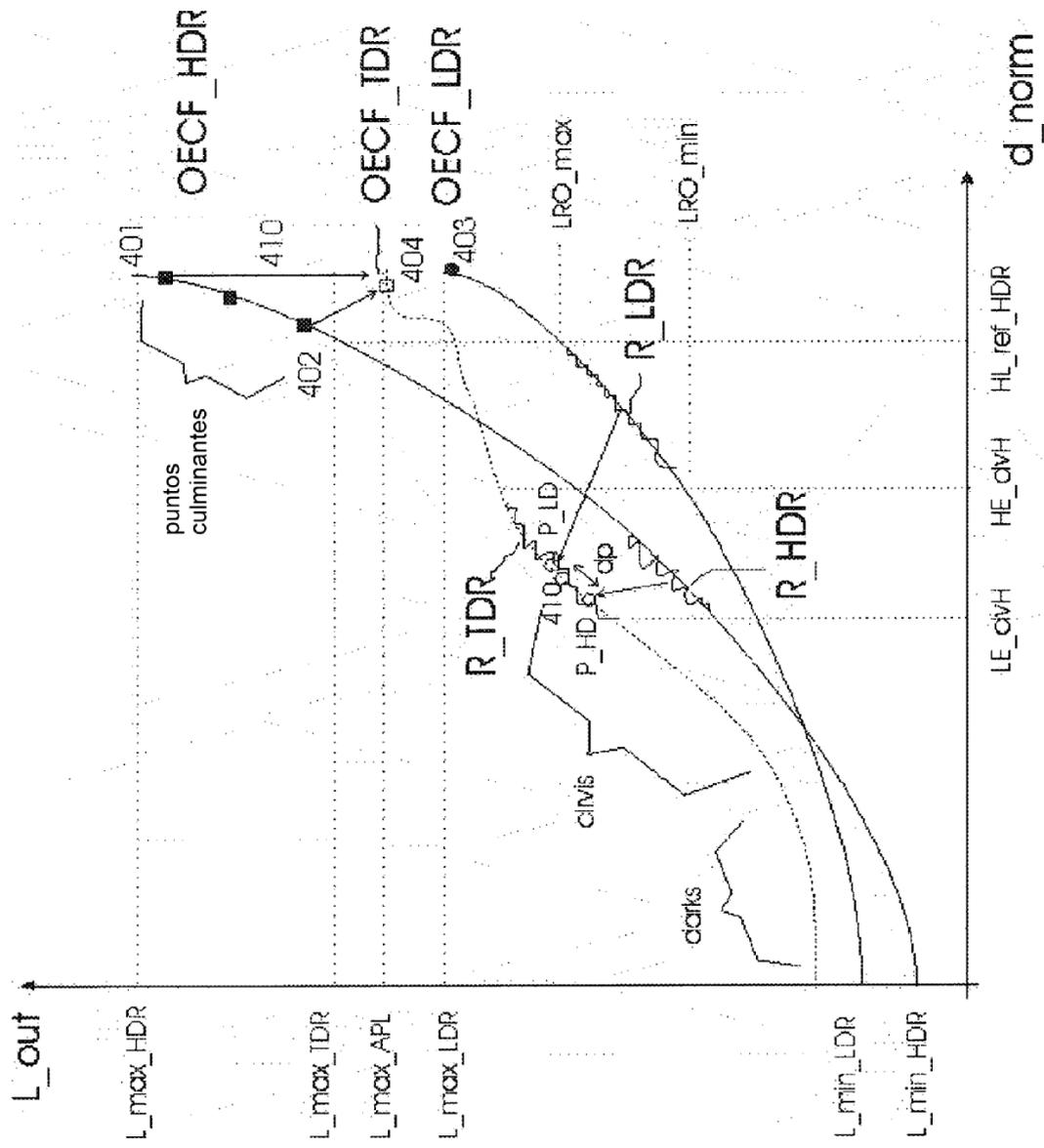
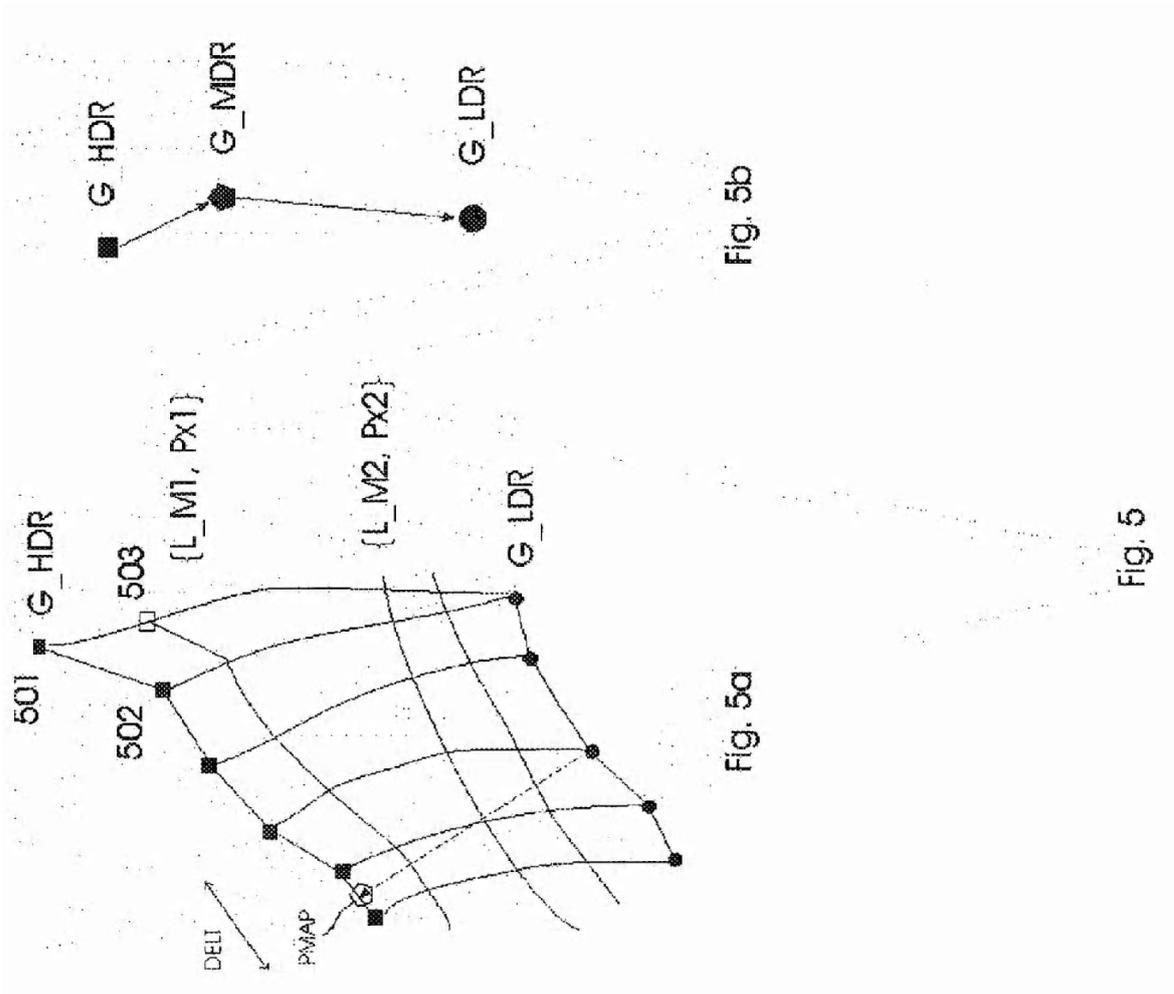


Fig. 4



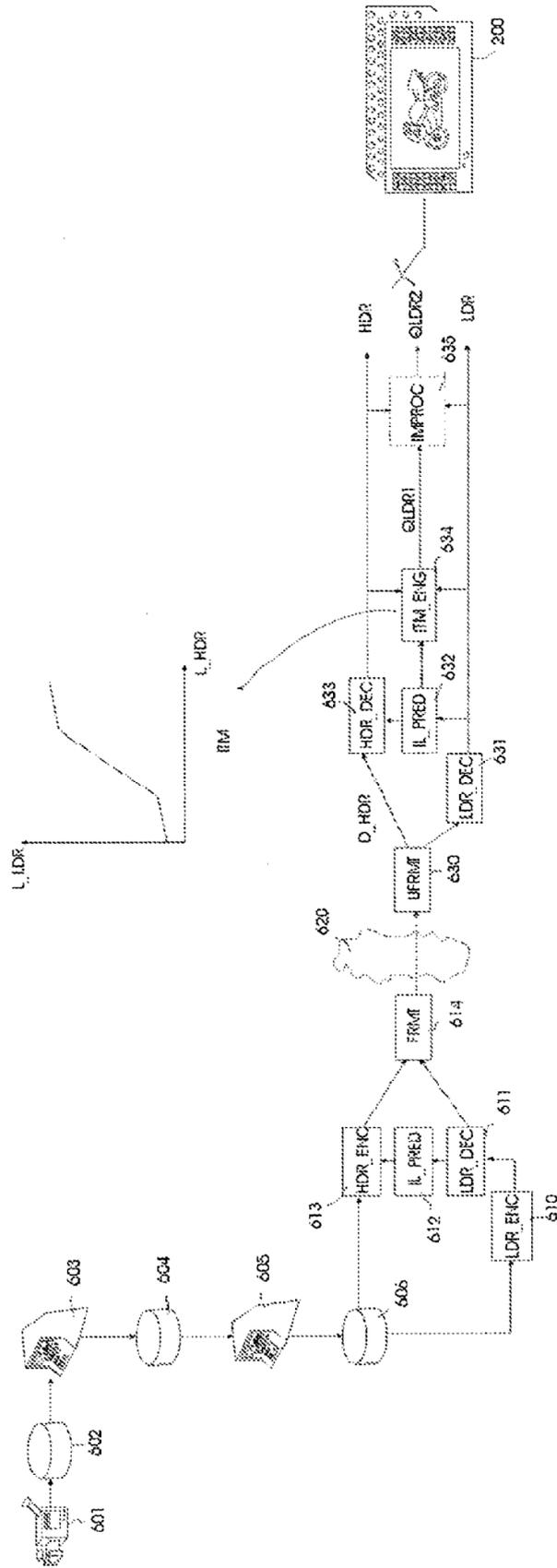


Fig. 6

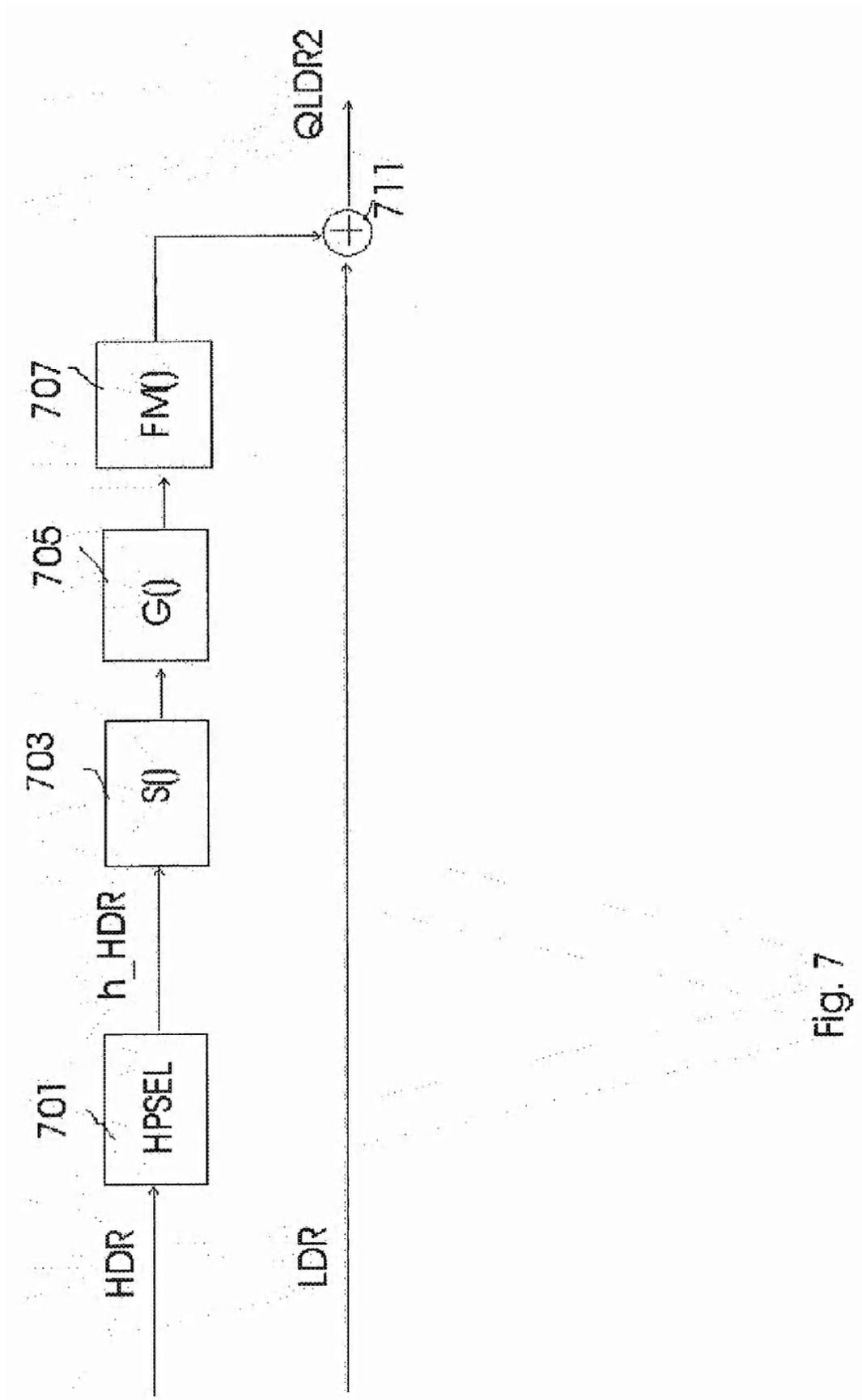


Fig. 7

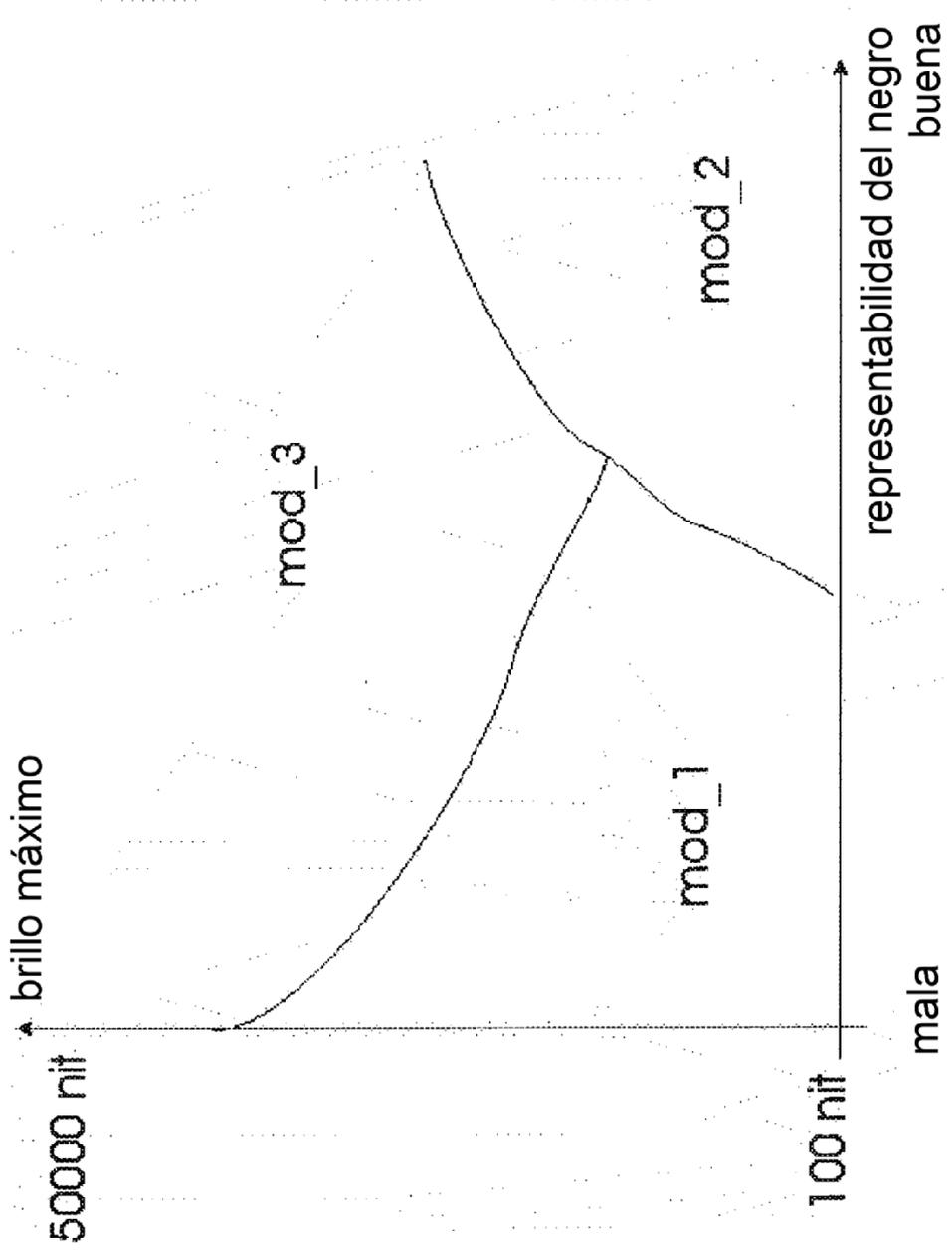


Fig. 8