



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1009443-1 B1



(22) Data do Depósito: 11/03/2010

(45) Data de Concessão: 24/08/2021

(54) Título: MÉTODO DE GERAÇÃO DE PARÂMETROS DE MAPEAMENTO DE TONS INVERSO, MÉTODO DE COMPACTAÇÃO DE DADOS DE VÍDEO E MÉTODO PARA GERAÇÃO DE UM FLUXO DE BITS DE SAÍDA A PARTIR DE UM FLUXO DE BITS DE ENTRADA

(51) Int.Cl.: H04N 19/36; G06F 3/14; G09G 5/10; H04N 19/59; H04N 19/61; (...).

(52) CPC: H04N 19/36; G06F 3/1423; G09G 5/10; H04N 19/59; H04N 19/61; (...).

(30) Prioridade Unionista: 13/03/2009 US 61/159,964.

(73) Titular(es): DOLBY LABORATORIES LICENSING CORPORATION.

(72) Inventor(es): WALTER C. GISH; RICHARD W. WEBB; ZHEN LI; ALEXANDROS TOURAPIS.

(86) Pedido PCT: PCT US2010026953 de 11/03/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/105036 de 16/09/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 12/09/2011

(57) Resumo: COMPACTAÇÃO EM CAMADAS DE ALTA FAIXA DINÂMICA, FAIXA DINÂMICA VISUAL, E VÍDEO COM AMPLA GAMA DE CORES. A invenção refere-se a uma compactação em camadas de vídeo de alta dinâmica e ampla gama de cores em que um fluxo de alta faixa dinâmica. O fluxo de alta faixa dinâmica pode compreender uma faixa dinâmica de percepção visual humana de luminância e uma ampla gama de cores.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO DE GERAÇÃO DE PARÂMETROS DE MAPEAMENTO DE TONS INVERSO, MÉTODO DE COMPACTAÇÃO DE DADOS DE VÍDEO E MÉTODO PARA GERAÇÃO DE UM FLUXO DE BITS DE SAÍDA A PARTIR DE UM FLUXO DE BITS DE ENTRADA".**

REFERÊNCIA REMISSIVA AOS PEDIDOS DE DEPÓSITO CORRELATOS

[0001] Esse pedido reivindica a prioridade de Pedido Provisório dos Estados Unidos No. 61/159.964 depositado em 13 de março de 2009, que está incorporado a título de referência em sua totalidade.

TECNOLOGIA

[0002] A presente invenção refere-se geralmente à tecnologia de vídeo, e mais particularmente, à codificação de vídeo, processamento, e/ou compactação.

ANTECEDENTES

[0003] As imagens retratadas nas telas de vídeo atuais, como CRTs, LCDs e telas de plasma, tendem a possuir uma gama de cores definida e uma faixa dinâmica dentro da região de baixa faixa dinâmica (LDR).

[0004] O termo "faixa dinâmica" de uma imagem pode referir-se a uma faixa de uma característica de imagem (por exemplo, brilho, luminância) ou uma razão de uma medida ou intensidade mais forte daquela característica de imagem para uma medida ou intensidade mais fraca daquela característica de imagem. Em alguns casos a medida ou intensidade mais fraca daquela característica de imagem pode ser o ruído. Em alguns casos a característica de imagem pode ser a luminância, cor, uma combinação de luminância e cor, ou uma função de luminância e/ou cor. A faixa dinâmica também pode ser referida como a razão entre os pixels mais luminosos possíveis e mais escuros possíveis, porém não pretos, em uma imagem. Essa pode ser

levemente diferente da razão de contraste, que pode ser referida como a razão entre os pixels mais luminosos e pretos (por exemplo, pixels negros). O sistema visual humano pode ser capaz de possuir mais de dez ordens de magnitude na faixa dinâmica total, e pode possuir uma faixa dinâmica simultaneamente visível de cerca de 5 a 6 ordens de magnitude. As telas de vídeo podem possuir 2 a 3 ordens de magnitude de faixa dinâmica.

[0005] A gama de cores pode referir-se ao espaço de todas as cores que podem ser capturadas ou exibidas para um dispositivo particular. As telas de vídeo e computador podem representar cores dentro de um triângulo cujos vértices são a cromaticidade das cores primárias como vermelho, verde, e azul em qualquer um dos diagramas de cores CIE.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0006] A figura 1A mostra um diagrama com um exemplo para distinguir a faixa dinâmica entre alta faixa dinâmica (HDR), baixa faixa dinâmica (LDR), e faixa dinâmica visual (VDR).

[0007] A figura 1B mostra um diagrama das fases de produção e distribuição de um exemplo de uma figura em movimento.

[0008] A figura 2 mostra um diagrama de um exemplo de transformações de R' G' B' com correção de gama para o formato VDR.

[0009] A figura 3 mostra um diagrama de um exemplo de mapeamento global de tons.

[00010] A figura 4 mostra exemplos de imagens para ilustrar uma perda de detalhes em alta e baixa luminância no mapeamento de tons HDR a LDR.

[00011] A figura 5 mostra um exemplo de uma família parametrizada de operações de mapeamento de tons.

[00012] A figura 6 mostra um exemplo de um codec compatível.

[00013] A figura 7 mostra um diagrama de bloco com um exemplo de um codec compatível.

[00014] A figura 8 mostra um exemplo de uma arquitetura de mapeamento global de tons.

[00015] A figura 9 mostra um exemplo de uma arquitetura de mapeamento local de tons.

[00016] A figura 10 mostra um exemplo de mapeamento inverso de tons parametrizado quadrático.

[00017] A figura 11 mostra um exemplo de processamento residual.

[00018] A figura 12A mostra um exemplo de uma imagem HDR mapeada por tons.

[00019] A figura 12B mostra um exemplo de uma imagem residual com as técnicas descritas.

[00020] A figura 13 mostra um exemplo de um sistema.

[00021] Referências numéricas e designações similares nos vários desenhos podem indicar elementos similares.

DESCRIÇÃO DE MODALIDADES EXEMPLIFICATIVAS

[00022] As modalidades exemplificativas referentes à compactação de vídeo e codificação de vídeo são descritas aqui. Na seguinte descrição, para propósitos de explicação, inúmeros detalhes específicos são apresentados para fornecer um entendimento total de várias modalidades. Será óbvio, entretanto, que essas modalidades podem ser praticadas sem esses detalhes específicos. Em outros casos, as estruturas e dispositivos são mostrados em forma de diagrama de bloco para evitar encobrir desnecessariamente outras características. Os detalhes de uma ou mais modalidades são apresentados nos desenhos em anexo e na descrição abaixo. Outras características, objetos, e aspectos são visíveis a partir da descrição e desenhos, e a partir das concretizações.

VISÃO GERAL

[00023] Algumas modalidades das técnicas descritas envolvem um método de codificação de vídeo. Um método envolve gerar um fluxo de

vídeo codificado com um codificador de vídeo, onde o fluxo de vídeo codificado possui uma faixa dinâmica de 5 a 6 ordens de magnitude (10^5 a 10^6) para luminância.

[00024] Essas e outras modalidades podem incluir opcionalmente uma ou mais das seguintes características. A geração do fluxo de vídeo codificado pode incluir gerar o fluxo de vídeo codificado em um formato de faixa dinâmica visual (VDR) para vídeo, onde o formato VDR pode incluir uma faixa de luminância e uma gama de cores visuais (VCG) que um sistema visual humano pode perceber simultaneamente. A VCG pode incluir todas as cores que o sistema visual humano pode perceber simultaneamente, onde a faixa de luminância pode incluir uma faixa dinâmica de percepção visual humana de luminância, e a VCG pode incluir uma Ampla Gama de Cores (WCG). O formato VDR de vídeo pode possuir 32 bits por pixel, onde os 32 bits por pixel podem incluir 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores.

[00025] Em outros aspectos gerais, as técnicas envolvem um método de codificação de um fluxo de vídeo com um codificador de vídeo que utiliza 32 bits por pixel, onde os 32 bits por pixel incluem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores.

[00026] Essas e outras modalidades podem incluir opcionalmente uma ou mais das seguintes características. O fluxo de vídeo codificado pode incluir dados de vídeo que possuem uma faixa dinâmica visual (VDR). Uma faixa dinâmica de VDR pode possuir 5 a 6 ordens de magnitude de luminância. Uma faixa dinâmica de VDR pode incluir uma faixa dinâmica de percepção visual humana de luminância. A VDR pode ser configurada para formatos de vídeo que incluem formatos de captura, distribuição, consumo, ou Ampla Gama de Cores (WCG). A VDR pode ser representada por valores de três estímulos CIE XYZ, codificação de gama, codificação logarítmica, ou por menos de uma Diferença Mínima Perceptível (JND). O método pode incluir computar

uma luminância logarítmica em ponto fixo L_D , a partir de uma luminância física Y em cd/m^2 , utilizando um parâmetro de escala S , e um parâmetro de tendência B . No método, a computação de uma luminância logarítmica em ponto fixo L_D , pode incluir

*Sr digitador inserir tradução para: **for=para**

And=e

$$L_D = \left\lfloor S (\log_2 Y + B) \right\rfloor \quad \text{e} \quad Y = \begin{cases} 2^{\frac{L_D + \frac{1}{2}}{S} - B}, & \text{para } L_D > 0 \\ 0, & \text{para } L_D = 0 \end{cases}$$

computar

[00027] O método pode incluir utilizar o parâmetro de tendência B para determinar uma faixa de uma luminância total em cd/m^2 . O método pode incluir determinar uma faixa dinâmica DR utilizando o parâmetro de escala S e um número de bits N . A faixa dinâmica DR pode incluir determinar

$$DR = \frac{2^{\frac{2^N - 1 + 1/2}{S} - B}}{2^{\frac{1 + 1/2}{S} - B}} = 2^{\frac{2^N - 2}{S}}.$$

[00028] O método pode incluir compreender computar as coordenadas (u' , v') dos canais de cores ao definir uma transformação projetiva nos valores de três estímulos XYZ. O método pode envolver transformar os valores R' G' B' com correção gama na VDR. O processo de transformar os valores R' G' B' com correção gama pode incluir: converter os valores R' G' B' com correção gama para gerar os valores RGB ao desfazer uma correção gama; realizar uma transformação de matriz nos valores RGB para gerar valores de três estímulos XYZ; converter o valor de três estímulos Y em uma luminância logarítmica em ponto fixo L_D utilizando uma função logarítmica e uma primeira quantização; e converter os valores de três estímulos X e Z em coordenadas de cores u_D' e v_D' a partir de uma transformação projetiva e uma segunda quantização. O método pode incluir selecionar uma faixa dinâmica com base em uma faixa de luminância e cor que um

sistema visual humano pode perceber simultaneamente. O fluxo de vídeo codificado pode incluir dados de vídeo que possuem uma faixa dinâmica visual (VDR), em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR possui 5 a 6 ordens de magnitude de luminância.

[00029] Em outros aspectos, as técnicas incluem um método de compactação de vídeo de faixa dinâmica visual (VDR). O método compreende incluir receber um fluxo de bits de baixa faixa dinâmica (LDR) e um fluxo de bits de VDR em um codec em camadas, onde o codec em camadas inclui ao menos um codificador, um primeiro decodificador, e um segundo decodificador. O método inclui processar o fluxo de bits de LDR em uma camada de base, onde o processamento do fluxo de bits de LDR inclui ao menos uma operação com o primeiro decodificador. O método inclui processar o fluxo de bits de VDR em uma camada de aprimoramento, onde o processamento do fluxo de bits de VDR inclui ao menos uma operação com o segundo decodificador, e o fluxo de bits de VDR inclui as informações que são ignoradas pelo primeiro decodificador.

[00030] Essas e outras modalidades podem incluir opcionalmente uma ou mais das seguintes características. O vídeo de VDR pode possuir 32 bits por pixel, onde os 32 bits por pixel podem incluir 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores. A faixa dinâmica do vídeo de VDR pode possuir 5 a 6 ordens de magnitude de luminância, em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é maior do que uma faixa dinâmica de vídeo de LDR, e em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é menor do que uma faixa dinâmica de um vídeo de alta faixa dinâmica (HDR). O codec em camadas pode incluir um tipo de codificador que é compatível com um formato H.264 ou um formato AVC. O codec pode ser um codec livre de desvios. O método pode envolver inserir dados para um ou mais detalhes de uma imagem original no fluxo de bits de VDR que foram perdidos como resultado da

criação do fluxo de bits de LDR da imagem original.

[00031] O método pode envolver aplicar ao menos uma operação de desperfilamento a dados de baixa faixa dinâmica, realizar o mapeamento inverso de tons dos dados de baixa faixa dinâmica desperfilada, produzir um residual com dados de alta faixa dinâmica ou dados de faixa dinâmica visual, e processar o residual. O residual pode envolver uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica, ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica.

[00032] Em outros aspectos, as técnicas envolvem um método de codificação e decodificação de um codec. O método inclui gerar um fluxo de bits compactado em um codificador em um codec, em que a geração do fluxo de bits compactado inclui: receber um fluxo de imagens de baixa faixa dinâmica de entrada (LDR) no codificador; codificar e decodificar o fluxo de imagens LDR de entrada para produzir um primeiro fluxo de bits interno LDR e um fluxo de imagens LDR decodificado; e transformar o fluxo de imagens LDR decodificado em um espaço de faixa dinâmica visual (VDR) utilizando um bloco de transformação dentro do codificador.

[00033] Essas e outras modalidades podem incluir opcionalmente uma ou mais das seguintes características. O fluxo de bits compactado pode incluir informações de baixa faixa dinâmica (LDR) dentro de uma camada de base do fluxo de bits compactado e informações de faixa dinâmica visual (VDR) dentro de uma camada de aprimoramento do fluxo de bits compactado. O vídeo de VDR pode incluir 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel podem incluir 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores. Uma faixa dinâmica do vídeo de VDR pode incluir 5 a 6 ordens de magnitude de luminância. A faixa dinâmica do vídeo de VDR pode ser maior do que uma faixa dinâmica

de vídeo LDR, e a faixa dinâmica do vídeo de VDR pode ser menor do que um vídeo de alta faixa dinâmica (HDR). A transformação pode envolver gerar uma luminância logarítmica em ponto fixo L_D e coordenadas de cores (u'_D, v'_D) . A geração do fluxo de bits compactado no codificador pode envolver adicionalmente mitigar artefatos de quantização na LDR transformada com um bloco de desperfilamento para produzir um primeiro fluxo de bits LDR desperfilado. A transformação do fluxo de imagens LDR decodificado no espaço de faixa dinâmica visual (VDR) utilizando o bloco de transformação dentro do codificador pode incluir: realizar a análise de mapeamento de tons (TM) no primeiro fluxo de bits LDR desperfilado para gerar parâmetros de mapeamento de tons; realizar o mapeamento inverso de tons (ITM) no primeiro fluxo de imagens LDR desperfilado; e produzir um residual que é uma função de um resultado do mapeamento inverso de tons e um fluxo de bits de faixa dinâmica visual de entrada (VDR). O método também pode envolver: processar o residual; codificar o residual processado; produzir ao menos um primeiro fluxo de bits residual; receber o primeiro fluxo de bits residual, o primeiro fluxo de bits LDR interno, e realizar o mapeamento de tons de parâmetros em um bloco formatador; e produzir o fluxo de bits compactado em uma saída do codificador. O método pode envolver codificar os parâmetros de mapeamento de tons em um bloco de codificação de mapeamento de tons. O método pode incluir produzir um fluxo de bits VDR de saída em um decodificador no codec que decodifica o fluxo de bits compactado. A produção do fluxo de bits VDR de saída do decodificador pode incluir: receber o fluxo de bits compactado no decodificador; analisar o fluxo de bits compactado em um segundo fluxo de bits LDR, um fluxo de bits de mapeamento de tons, e um segundo fluxo de bits residual interno; decodificar o segundo fluxo de bits LDR interno; e transformar o segundo fluxo de bits LDR interno decodificado em um espaço de faixa

dinâmica visual (VDR) no decodificador utilizando um bloco de transformação dentro do decodificador. A produção do fluxo de bits VDR de saída do decodificador pode incluir: mitigar artefatos de quantização na outra LDR decodificada transformada com um bloco de desperfilamento para produzir um segundo fluxo de imagens LDR desperfilado; realizar a análise de mapeamento inverso de tons no segundo fluxo de imagens LDR desperfilado e no fluxo de bits de mapeamento de tons; decodificar e processar os outros fluxos de bits residuais; e produzir o fluxo de bits VDR de saída no decodificador que é uma função do outro fluxo de bits residual decodificado e processado e um resultado da análise de mapeamento inverso de tons. A análise de mapeamento inverso de tons pode envolver computações com os parâmetros de mapeamento de tons. Qualquer mapeamento de tons ou mapeamento inverso de tons realizado no codec pode incluir uma função de um operador de mapeamento de tons global parametrizado, uma função de um operador de mapeamento de tons local parametrizado, uma função de um operador de mapeamento de tons global inverso parametrizado, ou uma função de um operador de mapeamento de tons local inverso parametrizado. Qualquer um entre o operador de local mapeamento de tons parametrizado ou o operador de mapeamento de tons local inverso parametrizado pode envolver uma função com uma pluralidade de curvas quadráticas. O residual pode incluir um tamanho que resultar em uma imagem não visível. A geração do fluxo de bits compactado no codificador pode incluir adicionalmente: realizar a subamostragem do residual; e compactar o residual subamostrado. O codec pode ser um codec livre de desvios. Uma VDR de vídeo pode incluir uma faixa dinâmica com uma faixa de 5 a 6 ordens de magnitude para uma luminância do vídeo.

[00034] Em outro aspecto, as técnicas envolvem um método de processamento de vídeo que inclui, com um aparelho de codificação de

vídeo, decodificar um primeiro fluxo de vídeo que possui uma primeira faixa dinâmica para produzir um primeiro fluxo decodificado. O método inclui aplicar um operador de mapeamento de tons invertido ao primeiro fluxo decodificado para realizar a predição de um segundo fluxo de vídeo, em que o segundo fluxo de vídeo possui uma segunda faixa dinâmica maior do que a primeira faixa dinâmica, e produzir um fluxo de vídeo de saída a partir do segundo fluxo de vídeo.

[00035] Essas e outras modalidades podem incluir opcionalmente uma ou mais das seguintes características. A primeira faixa dinâmica pode ser um vídeo de baixa faixa dinâmica (LDR) e a segunda faixa dinâmica pode ser um vídeo de faixa dinâmica visual (VDR). O operador de mapeamento de tons invertido pode incluir um operador de mapeamento global de tons. O mapeamento de tons global invertido pode envolver uma transformação de luminância LDR em luminância VDR que envolve uma transformação comum de múltiplos pixels de dados de vídeo de uma imagem. O método pode incluir computar um vetor de parâmetro para o mapeamento de tons global invertido. A computação do vetor de parâmetro pode incluir computar uma estimativa dos mínimos quadrados ou uma estimativa de métrica de erro para se adequar a uma função polinomial. O operador de mapeamento de tons invertido pode ser monotônico. O operador de mapeamento de tons invertido pode incluir um operador de mapeamento de tons local invertido, em que o operador de mapeamento de tons local invertido pode incluir uma transformação que inclui um mapeamento de luminância de LDR até luminância de VDR, e a transformação pode ser variável para múltiplos pixels de dados de vídeo de uma imagem. O operador de mapeamento de tons local invertido pode incluir parâmetros de variações locais. O operador de mapeamento de tons local invertido pode incluir uma função que possui múltiplas curvas quadráticas. O operador de mapeamento de tons invertido pode incluir parâmetros que

correspondem ou são similares a operações de subexposição ou superexposição. Uma faixa dinâmica do vídeo de VDR pode possuir 5 a 6 ordens de magnitude de luminância, e uma faixa dinâmica de LDR pode possuir 2 a 3 ordens de magnitude de luminância. A faixa dinâmica de vídeo de VDR é menor do que uma faixa dinâmica de vídeo de alta faixa dinâmica (HDR). A faixa dinâmica de vídeo de alta faixa dinâmica (HDR) pode possuir 10 a 14 ordens de magnitude de luminância. O método pode incluir computar um residual, em que o residual pode ser uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica, ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica. Um tamanho do residual pode ser zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual seja uma imagem não visível. Um tamanho do residual pode ser aproximadamente zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual seja uma imagem não visível ou uma imagem substancialmente não visível. O método pode incluir manipular dados em uma camada de aprimoramento do vídeo de VDR, e manipular dados em uma camada de base do vídeo LDR.

[00036] Em outros aspectos, as técnicas envolvem um método de realizar a predição de uma faixa dinâmica de vídeo. O método envolve, com um aparelho de processamento de vídeo, realizar a predição de uma primeira faixa dinâmica de vídeo ao aplicar um operador de mapeamento de tons global invertido a uma imagem que compreende uma segunda faixa dinâmica, ou realizar a predição de uma terceira faixa dinâmica do vídeo ao aplicar um operador de mapeamento de tons global invertido à imagem que compreende a segunda faixa dinâmica. O método envolve produzir um vídeo de saída que inclui a primeira faixa dinâmica ou a terceira faixa dinâmica.

[00037] Essas e outras modalidades podem incluir opcionalmente uma ou mais das seguintes características. A primeira faixa dinâmica do

vídeo pode ser uma alta faixa dinâmica (HDR), a segunda faixa dinâmica do vídeo pode ser uma baixa faixa dinâmica (LDR), e a terceira faixa dinâmica do vídeo pode ser uma faixa dinâmica visual (VDR). Uma faixa dinâmica de vídeo HDR pode possuir 10 a 14 ordens de magnitude de luminância, uma faixa dinâmica de vídeo de VDR pode possuir 5 a 6 ordens de magnitude de luminância, e uma faixa dinâmica de vídeo LDR pode possuir 2 a 3 ordens de magnitude de luminância. O mapeamento de tons global invertido pode ser uma transformação de luminância LDR em luminância HDR que pode incluir uma transformação comum de múltiplos pixels da imagem. O método pode incluir computar um vetor de parâmetro para o mapeamento de tons global invertido, em que a computação do vetor de parâmetro pode incluir computar uma estimativa dos mínimos quadrados ou uma estimativa de métrica de erro para se adequar a uma função polinomial. O operador de mapeamento de tons invertido pode incluir um operador de mapeamento de tons local invertido, em que o operador de mapeamento de tons local invertido pode possuir uma transformação que inclui um mapeamento de luminância LDR em luminância HDR. A transformação pode ser variável para múltiplos pixels da imagem. O método pode envolver determinar um parâmetro para cada pixel. O método pode envolver gerar uma imagem de parâmetro utilizando o parâmetro para cada pixel. O operador de mapeamento de tons local invertido pode incluir parâmetros para variações de local. O operador de mapeamento de tons local invertido pode incluir um operador de mapeamento de tons local invertido parametrizado que inclui ao menos uma função que possui múltiplas curvas quadráticas. O operador de mapeamento de tons local invertido ou o operador de mapeamento de tons global invertido pode incluir parâmetros correspondentes ou similares a operações de subexposição ou superexposição. O método pode incluir produzir um residual, em que o residual pode ser uma diferença entre uma imagem

de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica, ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica. Um tamanho do residual pode ser zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual seja uma imagem não visível. Um tamanho do residual pode ser aproximadamente zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual seja uma imagem não visível ou uma imagem substancialmente não visível. Um operador de mapeamento de tons correspondente ao operador de mapeamento de tons local invertido ou o operador de mapeamento de tons global invertido pode ser monotônico, e o operador de mapeamento de tons local invertido ou o operador de mapeamento de tons global invertido pode ser parametrizado. A terceira faixa dinâmica do vídeo pode ser uma faixa dinâmica visual (VDR) de vídeo, em que a faixa dinâmica de vídeo de VDR pode possuir 5 a 6 ordens de magnitude de luminância.

[00038] Em outros aspectos, as técnicas que envolvem um método para realizar o processamento residual de dados de vídeo em um codec que inclui um codificador e um decodificador. Com o codificador, o método envolve realizar a filtragem passa-baixo de um residual de entrada, realizar a subamostragem do residual filtrado, codificar o residual subamostrado, e produzir um fluxo de bits de saída residual. Com o decodificador, o método envolve decodificar o fluxo de bits de saída residual, realizar a sobre-amostragem do fluxo de bits codificado residual, reconstruir uma faixa de frequência no fluxo de bits residual sobre-amostrado, e produzir um residual de saída.

[00039] Essas e outras modalidades podem incluir opcionalmente uma ou mais das seguintes características. Os dados de vídeo podem incluir vídeo de VDR, em que o vídeo de VDR pode possuir 32 bits por pixel, e os 32 bits por pixel podem incluir 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores. Uma faixa dinâmica do vídeo

de VDR pode possuir 5 a 6 ordens de magnitude de luminância, em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é maior do que uma faixa dinâmica de vídeo LDR, e a faixa dinâmica do vídeo de VDR é menor do que uma faixa dinâmica de um vídeo de alta faixa dinâmica (HDR). O método pode envolver receber o residual de entrada ou transmitir o residual de saída dentro de uma camada de aprimoramento de um fluxo de bits de vídeo. O codec pode ser um codec livre de desvios. O residual pode ser um produto de um operador de mapeamento de tons invertido parametrizado. O operador de mapeamento de tons invertido parametrizado pode incluir uma primeira região não linear de alta luminância, uma segunda região não linear de baixa luminância, e uma região linear entre as primeira e segunda regiões não lineares.

[00040] Qualquer um dos métodos e técnicas descritos aqui também podem ser implementados em um sistema com um ou mais componentes, um aparelho ou dispositivo, uma máquina, um produto de programa de computador, em software, em hardware, ou em qualquer combinação desses. Por exemplo, o produto de programa de computador pode ser codificado em um meio legível de computador, e pode incluir instruções para fazer com que um aparelho de processamento de dados (por exemplo, um processador de dados) realize uma ou mais operações para qualquer um dos métodos descritos aqui.

[00041] As técnicas com imagens residuais menos visíveis podem representar as técnicas com melhor eficiência de codificação e compactação. Para ilustrar como essas técnicas podem ser implementadas, diversas modalidades exemplificativas são mostradas e descritas.

ALTA FAIXA DINÂMICA (HDR), BAIXA FAIXA DINÂMICA (LDR), E FAIXA DINÂMICA VISUAL (VDR)

[00042] Os vários métodos que são usados para a captura,

representação, e apresentação de imagens e vídeo podem possuir faixas dinâmicas diferentes. Por exemplo, os negativos fotográficos podem possuir uma faixa dinâmica relativamente grande quando comparada com a faixa dinâmica de impressões fotográficas. Similarmente, as televisões e monitores de computador podem possuir uma faixa dinâmica relativamente baixa comparados com os negativos fotográficos. A formação de imagens de alta faixa dinâmica pode fornecer qualidade e fidelidade de imagem aprimoradas.

[00043] As imagens de alta faixa dinâmica (HDR) (por exemplo, imagens com "referência de cena") visam conter toda a faixa dinâmica na cena original. Por outro lado, as imagens de baixa faixa dinâmica (LDR) (por exemplo, com "referência de saída" ou com "referência de exibição") possuem uma faixa dinâmica significativamente inferior e podem ser exemplificadas, por exemplo, por telas de 8 bits (por exemplo, telas de LDR).

[00044] Há inúmeras aplicações, notavelmente a compactação para distribuição e exibição, que pode ser mais adequada para uma faixa dinâmica que está entre HDR e LDR. Tais aplicações podem utilizar uma Faixa Dinâmica Visual (VDR). A VDR pode incluir a luminância e cor que o sistema visual humano pode perceber simultaneamente. Os sistemas de VDR podem envolver sistemas de formação de imagens que operam nos limites visuais de percepção visual humana e, em alguns casos podem incluir toda a luminância e cor que o sistema visual humano pode perceber simultaneamente. A VDR pode ser um alvo de faixa dinâmica ideal para a distribuição e consumo de imagens em movimento.

[00045] A figura 1A mostra um diagrama com um exemplo para distinguir a faixa dinâmica de alta faixa dinâmica (HDR) 103, a baixa faixa dinâmica (LDR) 101, e a faixa dinâmica visual (VDR) 102. O diagrama na figura 1A compara as faixas 100, inclusive a faixa total de

luminância visível (por exemplo, HDR), com a faixa de luminância que é simultaneamente visível, e a faixa de uma tela mapeada por gama de 8 bits (por exemplo, LDR). A faixa dinâmica simultaneamente visível pode ser uma faixa dinâmica de VDR. A faixa dinâmica de VDR pode ser menor do que a faixa dinâmica de HDR, porém maior do que a faixa dinâmica de LDR. Em alguns casos, a VDR pode possuir a faixa de HDR menos uma faixa de adaptação.

[00046] Quantitativamente, a faixa dinâmica de HDR pode possuir aproximadamente 10 a 14 ordens de magnitude, a faixa dinâmica de VDR pode possuir aproximadamente 5 a 6 ordens de magnitude, e a faixa dinâmica de LDR pode possuir aproximadamente 2 a 3 ordens de magnitude. O olho humano pode perceber tipicamente uma faixa dinâmica de luminância de aproximadamente até cerca de 5 ordens de magnitude (10^5), que é similar à faixa de VDR. A HDR pode possuir uma faixa dinâmica fora daquela que o olho humano pode perceber em um único instante.

[00047] As exigências de faixa dinâmica para os formatos de captura, distribuição, e consumo podem se diferir entre HDR e VDR. A imagem HDR pode envolver a captura e apresentação de imagens com a faixa dinâmica total e espectro de cor que é visível ao olho humano. A HDR pode ser basicamente um formato de captura. Além de ser um formato de captura potencial, a VDR também pode ser adequada para formatos de distribuição e consumo. Por exemplo, o formato VDR pode permitir a compactação e a distribuição expandida de imagens de alta faixa dinâmica, através de radiodifusão (por exemplo, através do ar, cabo, e satélite), meio acondicionado (por exemplo, DVDs, discos Blu-Ray, meio de armazenamento), e/ou downloads da Internet. O formato VDR também pode permitir que as imagens de alta faixa dinâmica e ampla gama de cores sejam diretamente transitadas para exibições atuais e futuras e seus formatos de imagem.

[00048] Algumas modalidades da compactação associada à VDR podem envolver a compactação compatível. A compactação compatível pode envolver criar um fluxo digital compactado que surge como MPEG-2 legado ou MPEG-4/AVC (H.264) para dispositivos existentes (por exemplo, surge como o formato do tipo MPEG legado), também transmitir informações para produzir imagens de alta faixa dinâmica e ampla gama de cores em dispositivos com essa capacidade. A compactação pode envolver algo que o sistema visual humano poderia perceber, e em algumas modalidades, pode ser a última transição em termos de faixa dinâmica e cores possíveis para obter esses resultados.

[00049] A figura 1B mostra um diagrama das fases de produção e distribuição 105 de um exemplo de uma imagem em movimento. Na fase de produção 106 para os dados de imagem HDR, a cena original 110 pode ser capturada por uma câmera digital HDR 120 ou por uma câmera de filmes e então digitalmente escaneada 130. Os eventos de captura ao vivo e de tempo real podem ser combinados com imagens geradas por computador (CGI) 140 no processo de pós-produção. A captura ao vivo e a pós-produção podem ocorrer no domínio HDR. Após a pós-produção ser concluída, a saída pode ser completamente representada como um fluxo de imagens VDR 160, a partir do qual um fluxo de imagens LDR 165 pode ser derivado. Na fase de distribuição 108, o VDR fluxo de imagens 160 ou o fluxo de imagens LDR 165 pode ser distribuído para os cinemas digitais 170, meio digital, como discos ópticos 180, ou radiodifundido 190 (por exemplo, radiodifundido pelo ar e através de Internet).

[00050] Qualquer faixa dinâmica fora de VDR pode ser invisível sem processamento adicional (por exemplo, mapeamento de tons). A VDR pode incluir a faixa dinâmica da resposta da retina humana. A VDR pode fornecer um alvo de faixa dinâmica razoável para exibições.

[00051] A VDR pode incluir toda a gama de cores visuais. A VDR

pode ser considerada um formato de Ampla Gama de Cores (WCG). Em algumas modalidades, um formato WCG pode ser considerado uma gama de cores que é maior do que o padrão de cores de televisão digital, que pode ser substancialmente compatível com o padrão da Recomendação 709 da União Internacional de Telecomunicações (ITU Rec. 709). Em um exemplo de VDR, a VDR pode ser representada de maneira muito eficiente: para quase $\frac{1}{4}$ de JND (diferença mínima perceptível) tanto em luminância como em cor com 32 bits por pixel. A VDR pode utilizar 32 bits por pixel para acomodar 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores. O número de bits usado para a luminância pode ser maior do que o número de bits usado para cada canal de cores devido ao fato de o olho humano ser mais sensível à percepção de luminância do que de cor. 32 bits por pixel podem ser úteis em computadores para processar e transmitir informações (por exemplo, máquinas de 32 bits, máquinas de 64 bits). Em termos de eficiência, o número de bits por pixel de VDR pode ser menor do que o número de bits usado em cinema digital, em que 36 bits por pixel podem ser usados.

[00052] Em algumas modalidades, os dados VDR podem ser representados com valores de três estímulos CIE XYZ (por exemplo, valores em um espaço de cor (XYZ) que podem representar as proporções de estímulos elementares em um modelo de cor aditivo de três componentes que corresponde a uma cor de teste) que são transformadas em um domínio que é bastante uniforme de maneira perceptual antes da quantização para valores digitais. Esse processo de transformação pode começar com dados R'G'B' com correção de gama, em que os dados R'G'B' podem ser primeiramente transformados no domínio de luz linear, RGB, ao reverter/desfazer a correção de gama. Os valores RGB resultantes podem ser transformados em valores de três estímulos XYZ por uma transformação de matriz. As

transformações aplicadas aos valores XYZ pode ser uma generalização parametrizada daqueles usados para um formato de codificação LogLuv. Os valores XYZ podem ser transformadas em uma representação logarítmica (Y) de luminância com coordenadas (u', v') de cor. Os dados de luminância logarítmica podem ser uniformes de maneira perceptual para altos níveis de adaptação, enquanto a luminância codificada por gama pode ser quase uniforme de maneira perceptual para baixos níveis de adaptação. Consequentemente, a codificação de gama pode ser mais eficiente para ambientes de visualização escuros, como em teatros. Para a faixa de luminância na maioria das aplicações, entretanto, a codificação logarítmica pode ser capaz de fornecer resultados melhores do que a codificação de gama. Embora a codificação logarítmica possa não ser mais eficiente do que a codificação de gama em baixos níveis de luz, isso pode ser compensado pela capacidade de a codificação logarítmica permitir o aumento ou a redução do brilho total da imagem sem introduzir a criação de faixas (por exemplo, etapas discerníveis em um gradiente suave) que poderia ocorrer se as imagens codificadas por gama forem usadas. Em algumas modalidades, a capacidade de a codificação logarítmica permitir o aumento ou a redução do brilho total da imagem pode ser importante para o gerenciamento de exibição em diferentes ambientes de visualização.

[00053] Para a VDR, a luminância logarítmica em ponto fixo, L_D , pode ser calculada a partir da luminância física Y em cd/m^2 , utilizando um parâmetro de escala, S , e tendência, B , como expresso nas equações 1 e 2.

$$L_D = \left\lfloor S (\log_2 Y + B) \right\rfloor \quad (1)$$

$$Y = \begin{cases} 2^{\frac{L_D + \frac{1}{2}}{S} - B}, & \text{para } L_D > 0 \\ 0, & \text{para } L_D = 0 \end{cases} \quad (2)$$

[00054] Na equação 2, a associação do valor digital zero com o

resultado de luminância zero pode ser similar à codificação LogLuv. O parâmetro de escala, S , pode determinar uma resolução relativa de luminância, como expresso na equação 3.

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{2^{\frac{L_D+1+1/2}{S}-B} - 2^{\frac{L_D+1/2}{S}-B}}{2^{\frac{L_D+1/2}{S}-B}} = 2^{1/S} - 1 \quad (3)$$

[00055] Em uma modalidade, se $S=256$, o fator de escala usado em LogLuv, então a resolução pode ser 0,27%, que é próximo a $\frac{1}{4}$ de 1% de JND comum. O número de bits, N , de luminância logarítmica, juntamente com o parâmetro de escala S , pode determinar a faixa dinâmica, DR ,

$$DR = \frac{2^{\frac{2^N-1+1/2}{S}-B}}{2^{\frac{1+1/2}{S}-B}} = 2^{\frac{2^N-2}{S}}. \quad (4)$$

[00056] Quando $S=256$, então a faixa dinâmica resultante pode ser uma função do número de bits, N , para luminância logarítmica, como nas faixas dinâmicas exemplificativas na tabela 1.

N	$DR @ S=256 (\sim 1/4 \text{ JND})$
14	$1,8 \times 10^{19}$
13	$4,3 \times 10^9$
12	$6,5 \times 10^4$

Tabela 1

[00057] O fator de escala S pode permitir que o ajuste desse formato cumpra diferentes exigências. Por exemplo, pode haver uma exigência de uma faixa dinâmica de 10^6 . Ao reduzir S de 256 para 205, a faixa dinâmica de $N=12$ pode se tornar $1,03 \times 10^6$ com uma resolução de 0,33%, ou aproximadamente $1/3$ de JND.

[00058] O parâmetro de tendência B pode ser usado para determinar a faixa de luminância total em cd/m^2 . Por exemplo, se $N=12$, $S=256$, e $B = 6$ então a luminância mínima $Y_{\min}$ e a luminância máxima $Y_{\max}$

poderia ser 0,0157 e 1022,6, respectivamente.

$$\begin{aligned} L_D = 1 &\Rightarrow Y_{\min} = 0.0157 \\ L_D = 2^N - 1 &\Rightarrow Y_{\max} = 1022.6 \end{aligned}$$

[00059] Devido ao fato de $1,5/S$ poder ser um valor pequeno, uma

aproximação da luminância mínima $Y_{\min}$ pode ser $Y_{\min} \cong 2^{-B}$.

[00060] A porção em cores de VDR pode utilizar a (u', v') as coordenadas definidas por uma transformação projetiva (por exemplo, uma transformação usada em geometria projetiva) nos valores de três estímulos XYZ,

$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z} \quad v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z}, \quad (5)$$

onde a transformação inversa pode ser expressa como

$$X = \frac{9u'}{4v'} Y \quad Z = \frac{12 - 3u' - 20v'}{4v'} Y. \quad (6)$$

[00061] A representação em ponto fixo de cores utiliza M bits, onde $M \geq 8$, pode ser expressada como

$$\begin{aligned} u'_D &= \lfloor 2^{M-8}(410)u' \rfloor & v'_D &= \lfloor 2^{M-8}(410)v' \rfloor \\ u' &= \frac{u'_D + \frac{1}{2}}{2^{M-8}(410)} & v' &= \frac{v'_D + \frac{1}{2}}{2^{M-8}(410)}. \end{aligned} \quad (7)$$

[00062] O fator 410 na equação 7 pode ser usado para mapear a faixa de (u', v') , que pode ser aproximadamente $[0, 0.62]$, em $[0, 255]$, e pode fazer uso total da faixa de número inteiro de 8 bits. Em 8 bits para cada componente, a resolução de cor está abaixo de uma JND.

[00063] A figura 2 mostra um diagrama de um exemplo de transformações 200 de valores $R' G' B'$ com correção gama 205 em um formato VDR. No exemplo mostrado, as transformações 200 são usadas para converter valores $R' G' B'$ com correção gama 205 em valores de três estímulos XYZ 225, e então em valores em um formato VDR. Os valores $R' G' B'$ com correção gama 205 são primeiramente convertidos

em luz linear para gerar os valores RGB 215 ao desfazer/reverter a correção gama (210). Uma transformação de matriz (220) é realizada nos valores RGB 215 para gerar os valores de três estímulos XYZ 225. O valor de três estímulos Y é convertido na luminância logarítmica em ponto fixo, L_D 235, utilizando uma função logarítmica e quantização (230). A cor nos valores de três estímulos XYZ é convertida nas coordenadas u'_D 245 e v'_D 255 utilizando uma transformação projetiva e quantização (240).

[00064] Em um exemplo, quando $N=12$ para L_D e $M=10$ para as coordenadas (u'_D , v'_D) em apenas 32 bits por pixel, toda a faixa de VDR pode ser convertida em aproximadamente um quarto para um terço da JND. O formato HDR pode ser obtido com dois bits adicionais de luminância logarítmica.

[00065] A eficiência da representação de VDR pode ser um resultado da separação de luminância e cor de forma mais completa do que XYZ ou os espaços de cores YCrCb. Cr (por exemplo, azul menos claro, (B-Y)), e Cb (por exemplo, vermelho menos claro, (R-Y)), bem como os valores de três estímulos X e Z, podem ser correlacionados com a luminância e podem exigir apenas alguns bits para a representação como HDR.

[00066] Uma ou mais modalidades abaixo podem ser aplicáveis a sistemas HDR e/ou VDR, mesmo que às vezes apenas um sistema, HDR ou VDR, seja referido no exemplo. Por exemplo, o termo "VDR/HDR" pode indicar que o conteúdo de alta faixa dinâmica pode ser VDR ou HDR. Em algumas modalidades, a codificação de vídeo de HDR ou vídeo de VDR, pode empregar informações derivadas de vídeo de LDR. Por exemplo, uma imagem de alta faixa dinâmica pode ser prevista a partir da imagem de baixa faixa dinâmica. Em alguns casos, o residual (por exemplo, a diferença entre a imagem de alta faixa dinâmica prevista e a imagem de baixa faixa dinâmica) pode ser

bastante reduzida e produzir eficiência de codificação aprimorada.

MAPEAMENTO DE TONS: REDUÇÃO DA FAIXA DINÂMICA DE HDR E VDR

[00067] O "Mapeamento de tons" pode envolver o mapeamento de um conjunto de cores para outro conjunto de cores, e pode ser usado para reduzir a faixa dinâmica de imagens de HDR ou VDR. Em alguns casos, o mapeamento de tons pode reduzir a faixa dinâmica de luminância, porém deixar a cromaticidade de cada pixel inalterada. Nessas situações, o mapeamento de tons pode modificar a L_D , porém deixar as (u'_D, v'_D) inalteradas.

[00068] Há ao menos dois tipos de operadores de mapeamento de tons: operadores de mapeamento de tons global e operador de mapeamento de tons local. O mapeamento de tons global pode se referir a uma transformação que envolve a mesma transformação para todos os pixels. O mapeamento de tons global pode envolver uma transformação de luminância de HDR ou VDR em luminância de LDR. O mapeamento de tons local pode possuir uma transformação que envolve uma transformação que pode variar para pixels diferentes. O mapeamento de tons local também pode possuir uma transformação de luminância de HDR ou VDR em luminância de LDR. O mapeamento de tons global, mapeamento de tons local, ou uma combinação dos dois pode ser usado para mapear a luminância de HDR ou VDR até a luminância de VDR.

[00069] Por exemplo, em uma modalidade de mapeamento de tons global, todos os pixels do tipo HDR (ou VDR) com uma luminância particular, por exemplo, $L1$, podem ser mapeados com a mesma luminância de LDR, por exemplo, $L2$. Como outro exemplo, em uma modalidade de mapeamento de tons local, a luminância desses pixels do tipo HDR (ou VDR) pode ser a luminância $L1$, porém as luminâncias LDR mapeadas não são todas iguais (por exemplo, nem todas as

luminâncias LDR mapeadas podem ser a luminância L_2).

[00070] Os operadores de mapeamento de tons global podem ser mais simplistas do que os operadores de mapeamento de tons local. No mapeamento de tons global, por exemplo, pode haver uma única função para todos os pixels que mapeia a luminância HDR ou VDR na luminância LDR,

$$\log(Y_{LDR}) = TM[\log(Y_{VDR/HDR})],$$

onde $TM[]$ é uma função um a um. Um operador de mapeamento de tons global pode possuir um formato de "S".

[00071] A figura 3 mostra um diagrama de um exemplo de mapeamento de tons global 300. A curva de operador de mapeamento de tons global 320 é representada para $\log(Y_{HDR})$ 310 versus $\log(Y_{LDR})$ 305.

[00072] A curva de operador de mapeamento de tons global 320 possui um formato geral de "S". A curva de operador de mapeamento de tons pode ser comparada com uma forma de identidade 315 (por exemplo, uma linha reta, inclinada; linear). A curva de operador de mapeamento de tons 320 também possui três regiões: uma região linear ou quase linear 335 para luminância dentro da faixa dinâmica LDR, e regiões 325, 345 para transformações não lineares em luminância muito alta e muito baixa, respectivamente. O mapeamento de tons mostrado na figura 3 é um exemplo e pode simplificar bastante alguns operadores de mapeamento de tons práticos (por exemplo, mundo real) ao menos devido ao fato de os operadores de mapeamento de tons práticos poderem se diferir levemente de uma transformação linear estrita próxima aos valores de luminância de faixa intermediária.

[00073] Na região 325, os valores de alta luminância são reduzidos a partir da inclinação de identidade 315, enquanto na região 345 os valores de baixa luminância são aumentados a partir da inclinação de identidade 315. Os desvios do operador de mapeamento de tons 320

da inclinação de identidade 315 podem contribuir para a redução da faixa dinâmica total. Como resultado, a compactação nas regiões não lineares de luminância, as regiões 325, 345, podem remover detalhes em áreas claras e/ou escuras. Por exemplo, quando uma imagem LDR derivada de mapeamento de tons for quantizada para 8 bits, essa compactação nos extremos de luminância pode remover detalhes em áreas muito claras e muito escuras.

[00074] A figura 4 mostra exemplos de imagens 400 para ilustrar uma perda de detalhes em alta e baixa luminância no mapeamento de tons HDR para LDR. Cada fileira possui uma imagem LDR mapeada por tons 410, uma versão em escala daquela imagem HDR 420, a HDR imagem 430 em escala para corresponder aproximadamente à imagem LDR em escala 420, e o fator de escala usado a partir da imagem LDR 410 até a imagem LDR em escala 420. A primeira fileira 450 é usada para ilustrar a perda de detalhes em alta luminância, e a segunda fileira 460 é usada para ilustrar a perda de detalhes em baixa luminância. Na primeira fileira 450, a imagem LDR 452 mostra uma parte relativamente clara de uma imagem. Quando a imagem 452 for representada em escala reduzida por um fator de 1/10 para produzir a imagem 454, o céu claro possui menos detalhes. Entretanto, quando uma versão HDR 430 for representada em escala para corresponder aproximadamente à versão LDR em escala 420 como ilustrado por 456, os detalhes nas nuvens são visíveis. Assim, a primeira fileira 450 ilustra que os detalhes em uma área clara da imagem podem ser perdidos por mapeamento de tons.

[00075] Em contrapartida, a segunda fileira 460 mostra a perda de detalhes em baixa luminância. A imagem LDR 462 mostra uma área relativamente escura de uma imagem de um barco e um grupo de pessoas na margem. Quando a imagem LDR 462 for representada em escala aumentada por um fator de 14, a imagem 464 é obtida, e há um

detalhe um pouco mais visível que mostra o grupo de pessoas. Entretanto, quando a versão de HDR correspondente for representada em escala para corresponder aproximadamente à versão em escala de LDR 464, a imagem resultante 466 revela muito mais detalhes no grupo de pessoas. Assim, o mapeamento de tons pode remover os detalhes em áreas de alta e baixa luminância de uma imagem.

[00076] A utilização de mapeamento de tons pode não significar simplesmente adicionar mais bits para luminância ou RGB. Por exemplo, a adição de mais bits pode revelar detalhes nas áreas mais escuras de uma imagem, porém não nas partes mais claras da imagem. Com referência à figura 3, por exemplo, a adição de mais bits pode ser equivalente a uma função de mapeamento de tons que é a função de identidade mais um fator de escala fixo. Por exemplo, partindo de 8 bits para 12 bits pode ser a função de identidade mais um fator de escala de 16. Porém a simples adição de mais bits pode não possuir a compactação em alta luminância 325, ou em baixa luminância 345, que caracteriza o mapeamento de tons.

[00077] Juntamente com os operadores de mapeamento de tons global, em que o mapeamento de alta para baixa faixa dinâmica é o mesmo para todos os pixels, pode haver muitos operadores de mapeamento de tons local onde esse mapeamento pode variar de pixel para pixel. Os operadores de mapeamento de tons local podem ser vistos em termos de uma família de curvas de mapeamento de tons, como mostrado na figura 5.

[00078] A figura 5 mostra um exemplo de uma família parametrizada de operadores de mapeamento de tons. A família de curvas de operador de mapeamento de tons 565, 575, 580, 585 é representada para $\log(Y_{\text{HDR}})$ 310 versus $\log(Y_{\text{LDR}})$ 305 para o parâmetro μ . As curvas de operador de mapeamento de tons 575, 580, 585 possuem uma forma de "S" quando $\mu \neq 0$ (por exemplo, quando o parâmetro μ não produzir

a inclinação de identidade para o operador de mapeamento de tons). Na figura 5, as curvas de operador de mapeamento de tons 575, 580, 585 possuem um formato de "S" quando $\mu = 0,5$, $\mu = 1,0$, $\mu = 1,5$. Cada membro dessa família de curvas de operador de mapeamento de tons, isto é, um único valor de μ , pode corresponder a um operador de mapeamento de tons global.

[00079] A figura 5 também ilustra os conceitos análogos de "subexposição" 520 e "superexposição" 510 de prática fotográfica. Em fotografia, a "subexposição" e "superexposição" podem ser usadas para manipular a exposição de uma ou mais áreas de uma impressão fotográfica, em que a subexposição diminui a exposição de áreas que se tornarão mais escuras, e a superexposição aumenta a exposição a áreas que se tornarão mais claras.

[00080] Em algumas modalidades, os operadores de mapeamento de tons que não são globais podem ser considerados operadores locais no sentido que o mapeamento de tons pode variar de pixel para pixel de alguma maneira, independente do tipo de matemática que é usado para representar os detalhes de mapeamento. Geralmente, operadores de mapeamento de tons mais complexos (por exemplo, operadores de mapeamento de tons locais) podem ser usados quando a redução exigida em faixa dinâmica for grande (por exemplo, a partir de uma faixa dinâmica de 10^{12} ou menos a $10^{2,5}$). Se a faixa dinâmica for pequena (por exemplo, VDR de 10^6 ou menos a 10^2), o operador de mapeamento de tons pode ser um operador global. Se um operador de mapeamento de tons global não for adequado, então um operador de mapeamento de tons relativamente simples que simula a subexposição e superexposição de prática fotográfica convencional e a pós-produção podem ser suficientes. Um exemplo desse operador de mapeamento de tons simples pode incluir o operador de mapeamento de tons Reinhard.

[00081] Assim, as imagens LDR podem ser consideradas como

imagens HDR ou VDR mapeadas por tons. Nesse caso, as imagens HDR ou VDR podem reter os detalhes tanto acima como abaixo da faixa dinâmica disponível para sinais de vídeo LDR. Consequentemente, uma maneira de proporcionar a compactação compatível (por exemplo, gerando um fluxo de bits compactado que é compatível com codificadores e/ou decodificadores LDR) de dados VDR/HDR pode envolver a codificação e decodificação da reinserção de detalhes que são perdidos na criação dos dados LDR. Consequentemente, uma maneira de proporcionar a compactação de dados VDR/HDR pode envolver a codificação de informações que podem ser usadas para gerar dados VDR/HDR através do mapeamento inverso de tons de dados LDR, e incluem essas informações codificadas com os dados LDR codificados.

[00082] Em algumas modalidades, a VDR/HDR pode ser gerada, ao menos basicamente, a partir do mapeamento de tons global invertido. Em tais modalidades em que a VDR/HDR pode ser gerada a partir do mapeamento de tons global invertido, a análise de mapeamento de tons pode ser realizada. Em algumas modalidades, o mapeamento de tons global invertido pode ser aplicado à LDR decodificada e transformada para fornecer um preditor de VDR/HDR. Em algumas modalidades da VDR/HDR, o residual (por exemplo, o sinal de correção) pode ser determinado, processado, e decodificado. As informações de VDR/HDR podem incluir as informações da camada de aprimoramento.

[00083] Em algumas modalidades, uma imagem LDR pode ser parte de um operador de mapeamento de tons que é aplicado à VDR/HDR. Em algumas dessas modalidades, quando se tenta deslocar de LDR para VDR/HDR, a grande mudança na faixa dinâmica pode exigir que um mapeamento de tons local deva ser usado. Em algumas modalidades, o mapeamento de tons global pode envolver uma imagem completa (por exemplo, a curva "S"), e o mapeamento de tons local

pode envolver variações locais, onde as variações locais podem ser parametrizadas. A quantização e a correção de erro de codificação também podem ser consideradas nessas modalidades.

MAPEAMENTO INVERSO DE TONS PARA PREDIÇÃO

[00084] Devido ao fato de a LDR poder ser obtida por mapeamento de tons HDR e/ou VDR, a aplicação de um operador mapeamento inverso de tons a uma imagem LDR pode produzir uma aproximação à imagem HDR e/ou VDR almejada. Em um exemplo, se uma função da luminância LDR em pixel de imagem $\vec{x}$, $Y_{LDR}(\vec{x})$, for expressa como

$$\log(Y_{LDR}(\vec{x})) = TM[\log(Y_{VDR}(\vec{x}))], \quad (9)$$

onde

$$Y_{LDR}(\vec{x}) \text{ e } Y_{VDR}(\vec{x})$$

são as imagens de luminância de LDR e VDR, e $TM[\]$ é um operador de mapeamento de tons geral, então

$$\log(Y_{VDR}(\vec{x})) \cong TM^{-1}[\log(Y_{LDR}(\vec{x}))] \quad (10)$$

onde,

$TM^{-1}[\]$ é um operador de mapeamento inverso de tons geral.

[00085] Devido à quantização mais grosseira na imagem LDR e à possibilidade de que o mapeamento inverso de tons não seja exatamente conhecido, uma correção pode ser incluída, que é referida como o "residual" $R(\vec{x})$. O residual $R(\vec{x})$ pode ser adicionado a TM^{-1} para aumentar a precisão da imagem HDR e/ou VDR resultante, como expresso na equação 11.

$$\log(Y_{VDR}(\vec{x})) = TM^{-1}[\log(Y_{LDR}(\vec{x}))] + R(\vec{x}) \quad (11)$$

[00086] Algumas modalidades envolvem métodos para aumentar a

precisão dessa operação de mapeamento inverso de tons. Ao aumentar a precisão do mapeamento inverso de tons, o tamanho do residual $R(\vec{x})$ pode ser reduzido.

[00087] Em algumas modalidades, se o operador de mapeamento de tons original for global e conhecido, então seu inverso pode ser usado e diretamente aplicado às imagens de luminância LDR. Se o operador de mapeamento de tons global for desconhecido, a estimativa desse operador pode ser resolvida com técnicas de estimação estatística, equilibrando inúmeras variáveis ou parâmetros desconhecidos que descrevem o mapeamento inverso de tons com a precisão com qual essas variáveis ou parâmetros desconhecidos podem ser determinados.

EXEMPLO DE CODEC

[00088] A figura 6 mostra um exemplo de um codec compatível 600. O codec 600 inclui um codificador de VDR/HDR 620, um decodificador de LDR 630, e um decodificador de VDR/HDR 640. O codificador de VDR/HDR 620 pode receber um fluxo de imagens de VDR/HDR 605 e um fluxo de imagens de LDR 610 correspondente e formar um fluxo de bits compatível 615 a partir do fluxo de imagens de VDR/HDR 605 e o fluxo de imagens de LDR correspondente 610. O fluxo de bits 615 pode possuir dois componentes. Um componente pode ser interpretado e decodificado por decodificadores de LDR 630 para produzir um fluxo de imagens de LDR de saída 645 correspondente ao fluxo de imagens de LDR de entrada 610. O segundo componente pode incluir as informações que permitem que um fluxo de imagens de VDR (ou HDR) seja gerado a partir do fluxo de bits compatível 615. O segundo componente é acondicionado de modo que as informações de VDR/HDR possam ser ignoradas por um decodificador de LDR padrão 630. Tais arquiteturas de codificação podem ser referidas como "codecs em camadas". Nesse caso, a LDR codificada a partir do primeiro

componente pode formar uma camada de base, e as informações adicionais de VDR/HDR codificadas do segundo componente podem estar em uma camada de aprimoramento. As informações dos primeiro e segundo componentes podem ser decodificadas com um decodificador de VDR/HDR 640 para produzir um fluxo de imagens de VDR de saída (ou HDR) 650 correspondente à VDR/HDR de entrada 605. Um codec compatível pode se referir a um codec que pode produzir um fluxo de bits compactado que é compatível com os decodificadores de LDR padrão existentes. Alguns tipos de codecs compatíveis podem incluir codecs compatíveis do tipo HDR JPEG para imagens paradas, e codecs compatíveis do tipo HDR MPEG para sequências de imagens, como vídeo ou cinema digital. Em codecs do tipo HDR JPEG e HDR MPEG, a LDR e o residual estão correlacionados. Esse efeito pode ser observado ao comparar visualmente a LDR e os dois residuais, em que a imagem original no residual pode ser observada em graus variados. Quando a LDR e o residual estiverem correlacionados, as mesmas informações podem ser codificadas duas vezes: uma codificação na LDR e outra codificação na camada de aprimoramento de HDR (ou VDR) (em graus variados). A codificação das mesmas informações duas vezes pode afetar a codificação tanto de HDR JPEG como de HDR MPEG.

EFICIÊNCIA DE CODIFICAÇÃO AUMENTADA EM VÍDEO DE VDR, HDR E WCG

[00089] Como descrito e mostrado aqui, as modalidades pode, aumentar a eficiência de codificação para codificar de maneira compatível o vídeo de maior faixa dinâmica, como vídeo de VDR ou HDR, juntamente com a codificação do vídeo de menor faixa dinâmica, como um fluxo de bits compactado de LDR. A predição da imagem de HDR ou VDR pode ser aprimorada ao modificar o mapeamento inverso de tons que é usado para realizar a predição de imagens de HDR ou

VDR a partir de suas imagens de LDR correspondentes.

[00090] Algumas modalidades podem utilizar uma representação de HDR ou VDR que emprega uma representação logarítmica da luminância para a imagem de HDR ou VDR. As técnicas de luminância logarítmica podem permitir uma baixa complexidade sem reduzir a eficiência de codificação.

[00091] Algumas modalidades podem proporcionar técnicas para aplicar operações de desperfilamento à LDR antes do mapeamento inverso de tons para reduzir os artefatos de quantização na LDR.

[00092] Algumas modalidades podem utilizar uma formulação geral, parametrizada de operação de mapeamento inverso de tons global para realizar a predição da HDR ou VDR a partir da LDR. Essas modalidades podem permitir a aplicação de propriedades almejadas para o mapeamento de tons, como mono-tonicidade, enquanto minimizam o erro estatístico na estimativa do mapeamento de tons. Por exemplo, ao impor formas parametrizadas para o mapeamento de tons com inúmeros parâmetros (por exemplo, menos do que 255 parâmetros) a confiabilidade estatística daqueles parâmetros pode se tornar robusta e um pequeno residual (ou nenhum) pode resultar.

[00093] Algumas modalidades podem utilizar um mapeamento inverso de tons local parametrizado, que pode incluir a compactação da imagem de parâmetro.

[00094] Algumas modalidades podem utilizar codecs livres de desvios para a LDR e o residual.

[00095] Algumas modalidades podem realizar a subamostragem do residual antes da compactação do residual.

[00096] Algumas modalidades podem possuir um codificador compatível que pode incluir operações para um alinhamento de cor e luminância de LDR e HDR, uma análise de mapeamento de tons e a computação residual, e uma compactação residual.

UMA ESTRUTURA DE CODEC

[00097] A figura 7 mostra um diagrama de bloco com um exemplo de um codec 700 que pode ser usado, por exemplo, para implementar o codec 600. O codec 700 possui uma parte superior para o codificador 744 e a parte inferior para o decodificador 748. Em alguns casos, o codificador 744 e o decodificador 748 compartilham muitas funções comuns e o decodificador pode se espelhar no codificador em muitas características. A seguir, o processo de codificação é descrito e então o processo de decodificação é descrito.

VISÃO GERAL DE CODEC 700

[00098] No codificador 744 um fluxo de imagens de LDR de entrada 704 é codificado e decodificado em um bloco codificador e decodificador 708, e a LDR_D resultante 710, o fluxo de imagens LDR decodificado, é transformado em um bloco de transformação 712 no espaço de VDR/HDR. Nessa transformação, a luminância LD e a representação de coordenadas (u'_D, v'_D) da LDR_D é gerada e é rotulada LDR_T 714. O bloco de "desperfilamento" 718 pode ser usado para mitigar alguns artefatos de quantização na LDR_T 720 para produzir a LDR 720 (por exemplo, um fluxo de imagens mais claro LDR) para enviar um bloco de análise de mapeamento de tons (TM) 722 e um bloco de mapeamento inverso de tons (ITM) 728. O bloco de análise de mapeamento de tons 722 realiza uma análise em LDR^* e um fluxo de imagens VDR/HDR de entrada 702 para determinar os parâmetros de mapeamento de tons 724 para o mapeamento inverso de tons LDR^* . Os parâmetros TM 724 são enviados para o bloco ITM 728, que utiliza os parâmetros TM 724 em LDR^* para produzir uma parte de imagem prevista 726 (por exemplo, macrobloco ou estrutura) como uma saída. O fluxo de imagens VDR/HDR de entrada 702 e a saída do bloco ITM 728 insere um bloco subtraidor 730 para gerar o residual 732. Um fluxo de bits residual 742 é gerado a partir de um residual que processa e codifica o bloco 734

que processa e codifica o residual 732. Um mapeamento de tons fluxo de bits 740 é gerado pela codificação de parâmetros de mapeamento de tons TM 724 em um bloco de codificação TM 736. Um bloco formatador 745 recebe um fluxo de bits LDR codificado 738 do bloco codificador e decodificador 708, um fluxo de bits TM 740 a partir do bloco de codificação TM 736, e um fluxo de bits residual 742 a partir do residual que processa e codifica o bloco 734. O bloco formatador 745 formata esses vários fluxos de bits em um fluxo de bits compactado 750.

[00099] No decodificador, um bloco analisador 752 recebe o fluxo de bits compatível 750 a partir do bloco formatador 745. O bloco analisador 752 envia o fluxo de bits LDR 754 a um bloco decodificador LDR 782, o fluxo de bits TM 780 a um bloco decodificador TM 756, e o fluxo de bits residual 758 a um bloco de decodificação e processamento residual 798 no decodificador. O bloco decodificador LDR 782 produz LDR_D 784, o fluxo de imagens LDR decodificado, que é transformado em um bloco de transformação 788 no espaço de cor VDR/HDR. Nessa transformação, a luminância LD e a representação de coordenadas (u'_D, v'_D) da LDR_D é gerada e é rotulada LDR_T 790. O bloco de "desperfilamento" 791 mitiga alguns artefatos de quantização na LDR_T 790 para produzir LDR^* 792 para envio a um bloco de mapeamento inverso de tons (ITM) 793. O bloco de decodificação TM 756 emite parâmetros TM 724 ao bloco de mapeamento inverso de tons (ITM) 793. As saídas do bloco ITM 793 e o bloco de decodificação e processamento residual 798 são enviados para um bloco somador 794, e a saída de VDR/HDR 795 é gerada a partir do bloco somador 794. Diversas características do codec 700 são descritas abaixo.

EXEMPLO DE OPERAÇÃO DE CODEC 700

[000100] Algumas características dos blocos do codificador 744 são descritas abaixo. Algumas características dos blocos do decodificador 748 podem se espelhar em blocos similares no codificador 744 para

decodificar adequadamente o fluxo de bits codificado.

[000101] O processo de codificação pode começar com a codificação do fluxo de bits LDR de entrada 704 para produzir um fluxo de bits LDR codificado e então decodificar imediatamente aquele fluxo para produzir a LDR_D 710. Em algumas modalidades, uma "correspondência exata" pode ser imposta na codificação. Uma "correspondência exata" pode significar que a subunidade de decodificador LDR (por exemplo, bloco codificador e decodificador 708) no codificador total 744 e a subunidade de decodificador LDR (por exemplo, bloco decodificador LDR 782) no decodificador total 748 são exatamente iguais. Sem uma correspondência exata, o fluxo de imagens LDRD decodificado 710 no codificador e o fluxo análogo de LDR_D 784 no decodificador podem não ser iguais. A ausência de correspondência exata pode causar erros visíveis no resultado de imagem final. Um codec com uma correspondência exata pode ser referido como um "codec livre de desvios." Outras modalidades, entretanto, podem utilizar codecs sem uma exigência de correspondência exata, como em MPEG-2 e MPEG-4 parte 2. MPEG-4 parte 10 (por exemplo, H.264/AVC), por exemplo, podem aplicar a correspondência exata, podem ser usados pelo bloco codificador e decodificador 708 e/ou o bloco decodificador LDR 782, e podem especificar um decodificador quanto à precisão de bit. Em algumas modalidades, os codecs H.264/AVC podem ser usado por sistemas que produzem uma camada de base (por exemplo, que possuem as informações LDR) e uma camada de aprimoramento (por exemplo, que possui as informações adicionais para representar VDR/HDR).

[000102] Em modalidades do bloco de transformação 712, o fluxo de imagens LDRD 710 pode ser convertido em um espaço de cores de VDR/HDR. Em algumas modalidades, as imagens VDR/HDR podem ser representadas utilizando o espaço de cores L_D e (u'_D, v'_D) , como descrito

em relação à figura 2. Para o caso em que as imagens LDR são R'G'B' codificadas por gama, o exemplo de transformação da figura 2 pode ser usado como parte do bloco de transformação 712 na figura 7. Em uma modalidade do bloco de transformação 712, a correção gama pode ser desfeita para produzir os valores lineares RGB. Esses valores RGB podem ser transformados por uma matriz conhecida para produzir os valores de três estímulos XYZ CIE. Os valores de três estímulos XYZ CIE podem ser transformados no espaço de cores L_D e (u'_D, v'_D) . A representação de L_D e (u'_D, v'_D) , de LDR_D pode ser representada como LDR_T 714.

[000103] Em algumas modalidades, o bloco de desperfilamento 718 pode ser projetado para mitigar alguns artefatos de quantização que podem estar presentes na LDR_T 714. Esses artefatos de quantização podem ocorrer devido à quantização de 8 bits de LDR_T 714 em comparação com a quantização de 12 bits de L_D para VDR ou quantização de 14 bits para HDR. Essa função de mitigação pode ser realizada utilizando, por exemplo, a filtragem bilateral. Em algumas modalidades, o bloco de desperfilamento 718 é opcional, visto que os erros de quantização também podem ser corrigidos pelo residual. A eficiência de codificação pode ser aumentada em alguns codecs que utilizam o bloco de desperfilamento. A saída do bloco de desperfilamento 720, ou quando não houver o bloco de desperfilamento a LDR_T de saída 714 é enviada para o bloco de análise de mapeamento de tons, que utiliza essa entrada e os dados VDR/HDR 702 para modelar o mapeamento inverso de tons entre LDR e os dados VDR/HDR 702.

MAPEAMENTO DE TONS

[000104] Pode haver ao menos dois tipos de modelos para essa análise: um tipo para o mapeamento de tons global, e outro tipo para o mapeamento de tons local. Em algumas modalidades, o codificador

pode realizar primeiramente a análise de mapeamento de tons global, e então, se necessário, realizar uma análise de mapeamento de tons local. Em algumas modalidades, um tipo de mapeamento de tons pode ser usado, e o fluxo de bits TM 740 pode incluir um sinal para identificar qual dos dois tipos será usado.

[000105] Para a análise de mapeamento de tons global, primeiramente uma forma funcional para o mapeamento entre LDR e VDR/HDR pode ser selecionada. Essa forma funcional pode incluir qualquer número de parâmetros.

[000106] A figura 8 mostra um exemplo de uma arquitetura de mapeamento de tons global 800. A figura 8 inclui uma forma geral de análise de mapeamento inverso de tons global. Um bloco de estimativa de parâmetro 820 recebe uma entrada de LDR* 810, uma entrada de VDR/HDR 805, e uma forma funcional 815 para produzir um vetor de parâmetro *pág 24 inserir vetorP 825 que representa os parâmetros da função de mapeamento inverso de tons específica para as entradas. Em um exemplo, um polinomial é usado como a forma funcional, como expresso na equação 12.

$$L_D^{VDR/HDR} = TM^{-1} \left[L_D^{LDR} \right] = \sum_{n=0}^{N-1} P_n \left(L_D^{LDR} \right)^n \quad (12)$$

$$\vec{P} = \{P_0, P_1, \dots, P_{n-1}\}$$

[000107] O vetor de parâmetro $\vec{P}$ inclui os coeficientes específicos dessa forma polinomial para o determinado conjunto de entradas.

$L_D^{VDR/HDR}$ representa a L_D da VDR/HDR, e L_D^{LDR} representa a L_D da LDR. Em algumas modalidades, utilizando-se os valores de L_D para LDR e VDR/HDR para todos os pixels em uma imagem, um mínimo quadrado ou outra estimativa de métrica de erro pode ser usada para determinar os coeficientes da forma polinomial de um determinado conjunto de entradas (por exemplo, pode haver uma computação para

a estimativa de parâmetro 820 do melhor polinomial de ajuste).

[000108] As formas parametrizadas de mapeamento de tons e seu inverso podem proporcionar aprimoramentos sobre a função de reconstrução ao menos em termos de redução de ruído e monotonicidade. Na maioria das aplicações, as funções de mapeamento de tons podem ser úteis se essas forem monotônicas, pois se

$$L_D^{VDR/HDR}$$

aumentar (ou diminuir) então

$$L_D^{LDR}$$

também deve aumentar (ou diminuir). As funções de mapeamento de tons também devem ser ajustadas para serem utilizadas na maioria das aplicações. De outro modo, o mapeamento de tons pode introduzir distorções indesejadas no residual.

[000109] A figura 9 mostra um exemplo de uma arquitetura para o mapeamento de tons local. A figura 9 inclui um bloco 920 para determinar ao menos um parâmetro para cada pixel. O bloco 920 recebe uma entrada de LDR* 910, uma entrada de VDR/HDR 905, e uma forma

funcional 915 para produzir uma imagem de parâmetro $\mu(\vec{x})$ 925, onde

$\vec{x}$ pode representar a posição de pixel na imagem. Em algumas modalidades, a análise no caso de mapeamento de tons local pode ser similar ao mapeamento de tons global. Por exemplo, pode haver alguma forma funcional predeterminada 915 e pode haver uma computação para um ou mais parâmetros dessa forma funcional. Uma diferença de local mapeamento de tons do mapeamento de tons global é que no mapeamento de tons local a forma funcional pode representar uma família de curvas de mapeamento de tons parametrizadas, por exemplo, por um único parâmetro. Por exemplo, uma família parametrizada como

aquela mostrada na Figura 5 poderia ser representada por uma família de curvas quadráticas, como expresso na equação 13, que pode ser usada como a forma funcional para o mapeamento de tons local.

$$L_D^{HDR/VDR} = \begin{cases} -T\mu + (1-2\mu)L_D^{LDR} - \frac{\mu}{T}(L_D^{LDR})^2, & L_D^{LDR} < -T \\ L_D^{LDR}, & -T \leq L_D^{LDR} \leq T \\ T\mu + (1-2\mu)L_D^{LDR} + \frac{\mu}{T}(L_D^{LDR})^2, & L_D^{LDR} > T \end{cases} \quad (13)$$

[000110] Para cada pixel, o bloco 920 pode determinar o valor adequado de μ e produzir uma imagem de parâmetro $\mu(\vec{x})$ que representa o valor do μ para a posição de pixel $\vec{x}$.

[000111] A figura 10 mostra um exemplo de mapeamento inverso de tons parametrizado quadrático 1000. O exemplo do mapeamento inverso de tons parametrizado quadrático 1000 pode ser usado para a forma funcional. A família de curvas quadráticas 1015 a 1040 é representada por

$$L_D^{LDR} \text{ 1010 versus } L_D^{VDR/HDR} \text{ 1005.}$$

[000112] Quando $\mu=0$, o mapeamento é apenas a identidade, e à medida que μ aumenta, o mapeamento vai apresentando uma forma de S. Assim, μ pode representar o grau de subexposição ou superexposição em um pixel particular.

[000113] Em algumas modalidades, quaisquer funções gerais $F[\]$ e $G[\]$ podem ser usadas para obter uma melhor representação do mapeamento inverso de tons total, como expresso na equação 14.

$$L_D^{VDR/HDR} = \begin{cases} -T - F[-L_D^{LDR} - T], & L_D^{LDR} < -T \\ L_D^{LDR}, & -T \leq L_D^{LDR} \leq T \\ T + G[L_D^{LDR} - T], & L_D^{LDR} > T \end{cases} \quad (14)$$

[000114] As funções $F[\]$ e $G[\]$ também podem ser estimadas a partir das imagens LDR e VDR/HDR analisando o mapeamento de tons

através de várias pequenas regiões espaciais de maneira análoga àquela realizada sobre toda a imagem para o mapeamento de tons global.

[000115] Como descrito acima, o bloco 920 pode resolver μ como uma função de posição de pixel $\vec{x}$ para produzir uma imagem de parâmetro $\mu(\vec{x})$ 925. A imagem de parâmetro pode ser estável e altamente compactável dependendo da forma funcional selecionada.

[000116] Em algumas modalidades, a imagem de parâmetro pode ser um conjunto constante sobre um conjunto de blocos retangulares. Isso pode ser um modelo muito eficiente, pois os efeitos do mapeamento de tons local são geralmente limitados a partes relativamente pequenas da imagem. Vários métodos para compactar a imagem de parâmetro podem ser usados para compactar os campos de movimento.

[000117] Em algumas modalidades, após os parâmetros de mapeamento de tons serem determinados, o mapeamento inverso de tons (por exemplo, bloco ITM 728 na figura 7) é realizado. Algumas modalidades do mapeamento inverso de tons podem aplicar o mapeamento inverso de tons global ou local parametrizado à LDR para produzir uma predição da imagem VDR/HDR. A predição pode ser subtraída (por exemplo, bloco subtraidor 730 na Figura 7) da VDR/HDR de entrada para produzir o residual 732 e uma predição precisa.

[000118] Em algumas modalidades, as imprecisões de uma função de reconstrução podem ser evitadas. Também, em algumas modalidades, os residuais podem ser muito pequenos (por exemplo, geralmente zero exceto em regiões de luminância muito alta ou muito baixa onde os efeitos de mapeamento de tons podem ser máximos), esses podem proporcionar um processamento reduzido ou mínimo e/ou a codificação do residual. Devido ao fato de os residuais poderem ser zero ou próximos a zero, pode não haver muitas informações na camada de

aprimoramento, e, portanto, uma quantidade de sobrecarga pode ser baixa nessas modalidades.

[000119] Para os canais de cores, as (u'_D, v'_D) para a LDR e VDR podem ser subtraídas para produzir o residual. Esse residual pode ser não zero quando a cor VDR/HDR estiver fora da gama de LDR. Visto que a maioria das cores encontradas no mundo natural estão dentro ou próximas à gama de LDR, o residual (u'_D, v'_D) pode ser zero para a grande maioria de pixels. Em alguns casos, enquanto o canal de luminância logarítmica pode exigir o mapeamento inverso de tons para produzir uma estimativa satisfatória da luminância logarítmica da HDR ou VDR, os canais de cores (u'_D, v'_D) podem não possuir essa exigência.

[000120] A figura 11 mostra um exemplo de processamento de residual. O processamento de residual pode ser usado, por exemplo, para implementar blocos de processamento residuais 734 e 798. O processo residual é mostrado para um codec que possui um codificador 1130 com um residual de entrada 1103 passando por alguns processos 1105, 1110, 1115 para emitir um fluxo de bits residual 1120, e um decodificador 1135 que possui um fluxo de bits residual de entrada 1120 que passa por alguns processos 1140, 1145, 1150 para produzir um residual decodificado 1104. No codificador 1130, o residual de entrada 1103 é filtrado em passa-baixo 1105, subamostrado 1110 (por exemplo, por 2 nas direções horizontal e vertical), e codificado 1115 para produzir o fluxo de bits residual 1120. No decodificador 1135, o fluxo de bits residual 1120 pode ser decodificado 1140, sobre-amostrado 1145, e as altas frequências removidas pela filtragem passa-baixo 1105 são reconstruídas 1150 produzindo o residual decodificado 1104. Em algumas modalidades, o fluxo de bits residual pode ser o mesmo fluxo de bits residual 1120 para o codificador e o decodificador; entretanto, o residual decodificado 1104 pode não ser igual ao residual de entrada

original 1103 que será codificado, pois essa codificação pode ter perdas. Correspondentemente, o fluxo de bits residual 742 no codificador 744 na figura 7 pode ser o mesmo fluxo de bits residual 758 para o decodificador 748, e o residual no decodificador 748 pode não ser igual ao residual 732 no codificador 744.

[000121] Se desejado, métodos para reconstruir informações de alta frequência no residual, como aqueles usados em JPEG HDR, podem ser empregados no decodificador como mostrado na figura 11. Em algumas modalidades, o residual subamostrado pode ser codificado 1115 com o mesmo codificador usado para LDR 708. O codificador pode ser um codificador do tipo H.264/AVC (Codec de Vídeo Avançado) (por exemplo, MPEG-4 Parte 10, MPEG-4 AVC), ou um equivalente. Alguns codificadores dessas modalidades podem ser referidos como um codificador de um "AVC VDR".

[000122] Novamente com referência à figura 7, a saída do processamento pode envolver três fluxos de bits: um fluxo de bits para a codificação de LDR 738; um fluxo de bits para as informações de mapeamento de tons 740, e um fluxo de bits para o residual compactado 742. Como mostrado na figura 7, esses fluxos de bits podem ser formatados de maneira específica ao método de codificação LDR usado para produzir o fluxo de bits compactado 750. H.264/AVC, e essencialmente outros codecs também, podem proporcionar mecanismos para transmitir tais informações adicionais, que podem ser referidas como "metadados".

[000123] Quando o mesmo fluxo de bits 750 for apresentado ao decodificador, como mostrado nas figuras 7 e 11, o decodificador pode se espelhar no processo de codificação sem qualquer necessidade de análise de mapeamento de tons devido ao fato de a análise de mapeamento de tons já ter sido realizada pelo codificador.

IMAGENS EXEMPLIFICATIVAS

[000124] Alguns resultados visuais das técnicas descritas podem ser ilustrados com um exemplo com a imagem residual obtida utilizando as técnicas propostas (por exemplo, as figuras 4 a 11 e descrição relacionada). No exemplo, uma imagem mapeada por tons é mostrada na figura 12A, e a imagem residual obtida utilizando as técnicas propostas (figura 12B)). As técnicas com imagens residuais menos visíveis podem representar as técnicas com melhor eficiência de codificação e compactação.

[000125] A figura 12 A mostra um exemplo de uma imagem HDR mapeada por tons HDR 1205. A imagem 1205 mostra uma estrutura da sequência de imagem HDR de um pôr do sol 1207. A faixa dinâmica da imagem pode estar dentro da faixa de luminância LDR, exceto para o pôr do sol 1207 do sol poente e os reflexos especulares 1208 ao largo. Essa imagem 1205 possui uma faixa dinâmica de $10^{6.5}$ e o pôr do sol 1207 e os reflexos especulares 1208 são mapeados por tons para essa imagem 1205.

[000126] A figura 12B mostra um exemplo de uma imagem residual 1220. A imagem residual 1220 pode ser produzida de acordo com um codec como o codec 700. Por exemplo, a imagem residual 1220 pode ser produzida com as técnicas descritas (por exemplo, as figuras 4 a 11 e a descrição relacionada). Esse exemplo utiliza o mapeamento de tons global com uma forma polinomial de quarta ordem para a função de mapeamento inverso de tons. Nessa imagem residual 1220 o sol poente é um pouco visível, os reflexos especulares são um pouco visíveis, porém muito mais escuros, e o restante da imagem é invisível ou muito fraco, essencialmente abaixo dos limites de quantização usados para codificar a LDR. Utilizando-se as técnicas descritas, pode haver uma quantidade reduzida de informações para codificar com a imagem residual 1220 da figura 12B. Consequentemente, a sobrecarga exigida de dados para a imagem residual 1220 da figura 12B no fluxo de bits

pode ser baixa.

SISTEMAS EXEMPLIFICATIVOS

[000127] A figura 13 mostra um exemplo de um sistema que pode empregar quaisquer (ou qualquer combinação) técnicas descritas aqui. As técnicas podem ser usadas em um ou mais computadores 1305 A, 1305B. Um ou mais métodos (por exemplo, algoritmos e/ou processos) aqui podem ser implementados, vinculados, empregados, e/ou possuir dados transformados com computadores e/ou tela de vídeo 1320, transmissão, aparelhos de processamento, e sistemas de reprodução. Os computadores descritos aqui podem ser qualquer tipo de computador, um computador de uso geral, ou algum computador de uso específico como uma estação de trabalho. O computador 1305B pode ser, por exemplo, um computador Intel ou baseado em AMD, que executa Windows XP®, Vista®, ou Linux®, ou pode ser um computador Macintosh. Uma modalidade pode se referir, por exemplo, a um computador portátil, como um PDA 1315, telefone celular 1310, ou laptop 1305 A. O computador também pode se referir a máquinas ou partes de uma máquina para gravação ou recepção de imagem 1325, 1330, 1335, processamento, armazenamento 1340, e distribuição de dados, em particular dados de vídeo.

[000128] Qualquer combinação das modalidades descritas aqui pode ser parte de um sistema de vídeo system e seus componentes. Qualquer combinação das modalidades pode ser parte de um codificador de vídeo, como no exemplo de codificador de vídeo e/ou decodificador de vídeo da figura 7. Qualquer combinação das modalidades pode ser implementada em hardware e/ou software. Por exemplo, qualquer uma das modalidades pode ser implementada com um programa de computador. Em alguns casos, as modalidades podem ser dirigidas a um tipo de dados particular, como dados de vídeo.

[000129] Os programas de computador e/ou gráficos podem ser

gravados em C ou Python, ou Java, Brew ou qualquer outra linguagem de programação. Os programas podem residir em um meio de armazenamento, por exemplo, magnético ou óptico, por exemplo, o disco rígido de computador, um disco removível ou meio como um cartão de memória ou meio SD, Armazenamento Anexado à Rede (NAS), baseado em rede com fio ou sem fio ou baseado em Bluetooth (ou outro) ou outro meio fixo ou removível. Os programas também podem ser executados em uma rede network 1350, por exemplo, com um servidor ou outra máquina que envia comunicação à máquina local, que permite que a máquina local realize as operações descritas aqui. A rede pode incluir uma rede de área de armazenamento (SAN).

[000130] Embora apenas algumas modalidades sejam descritas em detalhes acima, outras modalidades são possíveis. Deve ser avaliado que as modalidades podem incluir equivalentes e substitutos de uma ou mais das técnicas exemplificativas descritas aqui. O presente relatório descritivo descreve exemplos específicos para atingir um objetivo mais geral de outra maneira. Essa descrição deve ser entendida para representar as modalidades exemplificativas e as concretizações a seguir pretendem cobrir qualquer equivalente, modificação ou alternativa.

[000131] As modalidades do assunto e as operações funcionais descritas nesse relatório descritivo podem ser implementadas em um conjunto de circuitos eletrônicos digitais, ou em software, firmware, ou hardware de computador, inclusive as estruturas descritas nesse relatório descritivo e seus equivalentes estruturais, ou em combinações de um ou mais desses. As modalidades do assunto descrito nesse relatório descritivo podem ser implementadas como um ou mais produtos de programa de computador, por exemplo, um ou mais módulos de instruções de programa de computador codificadas em um meio legível de computador para execução, ou para controlar a

operação do aparelho de processamento de dados. O meio legível de computador pode ser um dispositivo de armazenamento legível de máquina 1340, um substrato de armazenamento legível de máquina, um dispositivo de memória, uma composição que realiza a comunicação processada, propagada legível de máquina, ou uma combinação de um ou mais desses. O termo "aparelho de processamento de dados" inclui todos os aparelhos, dispositivos, e máquinas de processamento de dados, inclusive a título de exemplo um processador programável, um computador, ou múltiplos processadores ou computadores. O aparelho pode incluir, além de hardware, um código que cria um ambiente de execução do programa de computador em questão, por exemplo, um código que constitui o firmware de processador, uma pilha de protocolos, um sistema gráfico, um sistema de gerenciamento de banco de dados, um sistema operacional, ou uma combinação de um ou mais desses.

[000132] Um programa de computador (também conhecido como um programa, software, aplicação de software, script, ou código) pode ser gravado de qualquer forma de linguagem de programação, inclusive linguagens compiladas ou interpretadas, e esse pode ser distribuído de qualquer forma, inclusive como um programa independente ou como um módulo, componente, subrotina, ou outra unidade adequada para uso em um ambiente de computação. Um programa de computador não corresponde necessariamente a um arquivo em um sistema de arquivo. Um programa pode ser armazenado em uma parte de um arquivo que retém outros programas ou dados (por exemplo, um ou mais scripts armazenados em um documento de linguagem de marcação), em único arquivo dedicado ao programa em questão, ou em múltiplos arquivos coordenados (por exemplo, arquivos que armazenam um ou mais módulos, subprogramas, ou partes de código). Um programa de computador pode ser empregado para ser executado em um

computador ou em múltiplos computadores que ficam localizados em um local ou distribuídos em múltiplos locais e interconectados por uma rede de comunicação.

[000133] Os processos e fluxos lógicos e figuras descritos e mostrados nesse relatório descritivo podem ser realizados por um ou mais processadores programáveis que executam um ou mais programas de computador para realizar funções operando sobre dados de entrada e gerando saída. Os processos e fluxos lógicos também podem ser realizados, e o aparelho também pode ser implementado como, um conjunto de circuitos lógicos de uso especial, por exemplo, um FPGA (arranjo de portas programável em campo) ou outro dispositivo lógico programável (PLD) como um microcontrolador, ou um ASIC (circuito integrado específico de aplicação).

[000134] Os processadores adequados para a execução de um programa de computador incluem, a título de exemplo, microprocessadores gerais e uso especial, e qualquer um ou mais processadores de qualquer tipo de computador digital. Geralmente, um processador pode receber instruções e dados de uma memória de leitura ou uma memória de acesso aleatório ou ambas. Os elementos essenciais de um computador são um processador para realizar instruções e um ou mais dispositivos de memória para armazenar instruções e dados. Geralmente, um computador também pode incluir, ou ser operativamente acoplado para receber dados ou transferir dados, ou ambos, um ou mais dispositivos de armazenamento de massa para armazenar dados, por exemplo, discos magnéticos, magneto-ópticos, ou discos ópticos. Entretanto, um computador não precisa possuir tais dispositivos. Ademais, um computador pode ser integrado em outro dispositivo, por exemplo, um telefone móvel, um assistente digital pessoal (PDA), um reproduutor de áudio móvel, um receptor de Sistema de Posicionamento Global (GPS), para citar alguns. Os meios legíveis

de computador adequados para armazenar instruções de programa de computador e dados incluem todas as formas de memória não volátil, meios dispositivos de memória, inclusive a título de exemplo, dispositivos de memória semicondutores, por exemplo, EPROM, EEPROM, e dispositivos de memória flash; discos magnéticos, por exemplo, discos rígidos internos ou discos removíveis; discos magneto-ópticos; e discos para CD, DVD, e Blu-ray (TM) (BD). O processador e a memória podem ser suplementados por, ou incorporados em, um conjunto de circuitos lógicos de uso especial.

[000135] Para proporcionar a interação com um usuário, algumas modalidades do assunto descrito nesse relatório descritivo podem ser implementadas em um computador que possui um dispositivo de exibição, por exemplo, um CRT (tubo de raio catódico), LCD (tela de cristal líquido), ou monitor de plasma 1320, para exibir informações ao usuário e um teclado e um seletor, por exemplo, um dispositivo de indicação, um mouse, ou um trackball, por meio do qual o usuário pode fornecer a entrada no computador. Outros tipos de dispositivos podem ser usados para proporcionar a interação com um usuário também; por exemplo, o feedback fornecido ao usuário pode ser qualquer forma de feedback sensorial, por exemplo, feedback visual, feedback auditivo, ou feedback tátil; e a entrada do usuário pode ser recebida de qualquer forma, inclusive entrada acústica, de fala, ou tátil.

[000136] Algumas modalidades do assunto descrito nesse relatório descritivo podem ser implementadas em um sistema de computação que inclui um componente de *back end*, por exemplo, como um servidor de dados, ou que inclui um componente de *middleware*, por exemplo, um servidor de aplicação, ou que inclui um componente de *front end*, por exemplo, um computador de cliente que possui uma interface de usuário gráfica ou um navegador da Web através do qual um usuário pode interagir com uma modalidade do assunto descrito nesse relatório

descritivo, ou qualquer combinação de um ou mais tais componentes de *back end*, *middleware*, ou front end. Os componentes do sistema podem ser interconectados por qualquer forma ou meio de comunicação digital de dados, por exemplo, uma rede de comunicação. Exemplos de redes de comunicação incluem uma rede local ("LAN") e uma rede remota ("WAN"), por exemplo, a Internet.

[000137] O sistema de computação pode incluir clientes e servidores. Um cliente e servidor são geralmente distantes um do outro e tipicamente interagem através de uma rede de comunicação. A relação de cliente e servidor resulta devido a programas de computador que são executados nos respectivos computadores e possuem uma relação cliente-servidor.

[000138] Embora essa descrição contenha muitas especificações, essas não devem ser interpretadas como limitações ou do que pode ser reivindicado, porém como descrições de características específicas a modalidades particulares. Algumas características que são descritas nesse relatório descritivo no contexto de modalidades separadas também podem ser implementadas em combinação em uma única modalidade. Em contrapartida, várias características que são descritas no contexto de uma única modalidade também podem ser implementadas em múltiplas modalidades separadamente ou em qualquer subcombinação adequada. Ademais, embora as características possam ser descritas acima atuando em determinadas combinações e ainda inicialmente reivindicadas como tais, uma ou mais características de uma combinação reivindicada podem ser em alguns casos cortadas da combinação, e a combinação reivindicada pode ser dirigida para uma subcombinação ou variação de uma subcombinação.

[000139] Similarmente, embora as operações sejam descritas nos desenhos em uma ordem particular, isso não deve ser entendido como uma exigência que tais operações sejam realizadas na ordem particular

mostrada ou em ordem sequencial, ou que todas as operações ilustradas sejam realizadas, para obter resultados desejados. Em algumas circunstâncias, o processamento de multitarefas e paralelo pode ser vantajoso. Ademais, a separação de vários componentes do sistema nas modalidades descritas acima não deve ser entendida como uma exigência de tal separação em todas as modalidades, e deve ser entendido que os componentes de programa e sistemas descritos podem ser geralmente integrados em conjunto em um único produto de software ou hardware ou acondicionados em múltiplos produtos de software ou hardware.

[000140] O termo "algoritmo" pode se referir a etapas, métodos, processos, esquemas, procedimentos, operações, programas, diretrizes, técnicas, sequências, e/ou um conjunto de regras ou instruções para obter os resultados descritos aqui. Por exemplo, um algoritmo pode ser um conjunto de instruções de processamento de vídeo de um processador de vídeo de hardware e/ou software. Os algoritmos descritos (por exemplo, como nas figuras exemplificativas e blocos funcionais) podem ser relacionados e/ou vinculados a vídeo, e podem ser gerados, implementados, associados, e/ou empregados em sistemas relacionados a vídeo e/ou quaisquer dispositivos, máquinas, hardware, e/ou artigos de fabricação para a transformação, processamento, compactação, armazenamento, transmissão, recepção, teste, calibração, exibição, e/ou qualquer aprimoramento, em qualquer combinação, para dados de vídeo.

[000141] As técnicas e sistemas descritos aqui podem ser combinados e/ou vinculados a outras aplicações de multimídia, como áudio, gráfica, texto, e dados relacionados. Uma ou mais modalidades dos vários tipos de formulações apresentados nessa descrição podem levar em consideração várias características de exibição, processamento, e/ou distorção. Em alguns aspectos, a seleção de

métodos de codificação pode ser parcial ou completamente decidida com base na complexidade, e/ou canal dos modos e/ou métrica de distorção. Como descrito aqui, os métodos e sistemas podem ajustar de maneira adaptativa a codificação com base na complexidade. Várias modalidades aqui podem se aplicar a H.264, AVC, e quaisquer outros métodos de codificação de vídeo e imagem.

MODALIDADES EXEMPLIFICATIVAS ENUMERADAS

[000142] Uma modalidade da presente invenção pode se referir a uma ou mais modalidades exemplificativas que são enumeradas abaixo.

[000143] 1. Método que compreende gerar um fluxo de vídeo codificado com um codificador de vídeo, sendo que o fluxo de vídeo codificado compreende uma faixa dinâmica de 5 a 6 ordens de magnitude de luminância.

[000144] 2. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a geração do fluxo de vídeo codificado compreende gerar o fluxo de vídeo codificado em um formato de faixa dinâmica visual (VDR) de vídeo, sendo que o formato VDR inclui uma faixa de luminância e uma gama de cores visuais (VCG) que um sistema visual humano pode perceber simultaneamente.

[000145] 3. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a VCG compreende todas as cores que o sistema visual humano pode perceber simultaneamente, em que a faixa de luminância compreende uma faixa dinâmica de percepção visual humana da luminância, e em que a VCG compreende uma Ampla Gama de Cores (WCG).

[000146] 4. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o formato VDR de vídeo compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores.

[000147] 5. Método sendo que o método compreende codificar um

fluxo de vídeo com um codificador de vídeo utilizando 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores.

[000148] 6. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o fluxo de vídeo codificado compreende dados de vídeo que possuem uma faixa dinâmica visual (VDR).

[000149] 7. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude de luminância.

[000150] 8. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica de VDR compreende uma faixa dinâmica de percepção visual humana da luminância.

[000151] 9. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a VDR é configurada para formatos de vídeo que compreendem captura, distribuição, consumo, ou Ampla Gama de Cores (WCG).

[000152] 10. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a VDR é representada por qualquer um entre: menos que uma Diferença Mínima Perceptível (JND), valores de três estímulos CIE XYZ, codificação de gama, ou codificação de log.

[000153] 11. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente computar uma luminância logarítmica em ponto fixo LD, a partir de uma luminância física Y em cd/m², utilizando um parâmetro de escala S, e um parâmetro de tendência B.

[000154] 12. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a computação de uma luminância logarítmica em ponto fixo LD, compreende computar

$$L_D = \left\lfloor S (\log_2 Y + B) \right\rfloor e^{Y = \begin{cases} 2^{\frac{L_D + \frac{1}{2}}{S} - B}, & \text{para } L_D > 0 \\ 0, & \text{para } L_D = 0 \end{cases}}$$

[000155] 13. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente utilizar o parâmetro de tendência B para determinar uma faixa de uma luminância total em cd/m².

[000156] 14. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente determinar uma faixa dinâmica DR utilizando o parâmetro de escala S e um número de bits N.

[000157] 15. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a faixa dinâmica DR compreende determinar

$$DR = \frac{2^{\frac{2^N - 1 + 1/2}{S} - B}}{2^{\frac{1 + 1/2}{S} - B}} = 2^{\frac{2^N - 2}{S}}$$

[000158] 16. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente computar as coordenadas (u', v') dos canais de cores definindo uma transformação projetiva nos valores de três estímulos XYZ.

[000159] 17. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente transformar os valores R'G'B' com correção gama na VDR, sendo que a transformação dos valores R'G'B' com correção gama compreende:

converter os valores R'G'B' com correção gama para gerar os valores RGB ao desfazer uma correção gama;

realizar uma transformação de matriz nos valores RGB para gerar valores de três estímulos XYZ;

converter o valor de três estímulos Y em uma LD de luminância logarítmica em ponto fixo utilizando uma função logarítmica e uma primeira quantização; e

converter os valores de três estímulos X e Z nas coordenadas de cores

$$u'_D \text{ e } v'_D$$

a partir de uma transformação projetiva e uma segunda quantização.

[000160] 18. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente selecionar uma faixa dinâmica com base em uma faixa de luminância e cor que um sistema visual humano pode perceber simultaneamente.

[000161] 19. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o fluxo de vídeo codificado compreende dados de vídeo que possuem uma faixa dinâmica visual (VDR), em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR consiste em 5 a 6 ordens de magnitude da luminância.

[000162] 20. Método para compactação de vídeo de faixa dinâmica visual (VDR), sendo que o método compreende:

receber um fluxo de bits de baixa faixa dinâmica (LDR) e um fluxo de bits VDR em um codec em camadas, em que o codec em camadas compreende ao menos um codificador, um primeiro decodificador, e um segundo decodificador;

processar o fluxo de bits LDR em uma camada de base, em que o processamento do fluxo de bits LDR compreende ao menos uma operação com o primeiro decodificador; e

processar o fluxo de bits VDR em uma camada de aprimoramento, em que o processamento do fluxo de bits VDR compreende ao menos uma operação com o segundo decodificador, em que o fluxo de bits VDR compreende informações que são ignoradas pelo primeiro decodificador.

[000163] 21. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o vídeo de VDR compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores, em que uma faixa dinâmica do

vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude da luminância, em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é maior do que uma faixa dinâmica de vídeo LDR, e em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é menor do que uma faixa dinâmica de um vídeo de alta faixa dinâmica (HDR).

[000164] 22. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec em camadas compreende um tipo de codificador que é compatível com um formato H.264 ou um formato AVC.

[000165] 23. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec compreende um codec livre de desvios.

[000166] 24. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente inserir dados para um ou mais detalhes de uma imagem original no fluxo de bits VDR que foram perdidos como resultado da criação do fluxo de bits LDR a partir da imagem original.

[000167] 25. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR consiste em 5 a 6 ordens de magnitude da luminância.

[000168] 26. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente:

- aplicar ao menos uma operação de desperfilamento aos dados de baixa faixa dinâmica;

- realizar o mapeamento inverso de tons dos dados de baixa faixa dinâmica desperfilados;

- produzir um residual com dados de alta faixa dinâmica ou dados de faixa dinâmica visual; e

- processar o residual,

- em que o residual compreende uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa

faixa dinâmica, ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica.

[000169] 27. Método descrito em relação à codificação e decodificação de um codec, sendo que o método compreende:

- gerar um fluxo de bits compactado em um codificador em um codec, sendo que a geração do fluxo de bits compactado compreende:

- receber um fluxo de imagens de baixa faixa dinâmica de entrada (LDR) no codificador;

- codificar e decodificar o fluxo de imagens LDR de entrada para produzir um primeiro fluxo de bits interno LDR e um fluxo de imagens LDR decodificado; e

- transformar o fluxo de imagens LDR decodificado em um espaço de faixa dinâmica visual (VDR) utilizando um bloco de transformação dentro do codificador.

[000170] 28. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente:

- em que o fluxo de bits compactado compreende informações de baixa faixa dinâmica (LDR) dentro de uma camada de base do fluxo de bits compactado e informações de faixa dinâmica visual (VDR) dentro de uma camada de aprimoramento do fluxo de bits compactado.

[000171] 29. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o vídeo de VDR compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores, em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude da luminância, em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é maior do que uma faixa dinâmica de vídeo LDR, e em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é menor do que um vídeo de alta faixa dinâmica (HDR).

[000172] 30. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a transformação compreende gerar uma luminância

logarítmica em ponto fixo LD e as coordenadas de cores (u'_D, v'_D) .

[000173] 31. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a geração do fluxo de bits compactado no codificador compreende adicionalmente mitigar os artefatos de quantização na LDR transformada com um bloco de desperfilamento para produzir um primeiro fluxo de bits LDR desperfilado.

[000174] 32. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a transformação do fluxo de imagens LDR decodificado no espaço de faixa dinâmica visual (VDR) utilizando o bloco de transformação dentro do codificador compreende:

realizar a análise de mapeamento de tons (TM) no primeiro fluxo de imagens LDR desperfilado para gerar parâmetros de mapeamento de tons;

realizar o mapeamento inverso de tons (ITM) no primeiro fluxo de imagens LDR desperfilado; e

produzir um residual que é uma função de um resultado do mapeamento inverso de tons e um fluxo de bits de faixa dinâmica visual de entrada (VDR).

[000175] 33. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente:

processar o residual;

codificar o residual processado;

produzir um primeiro fluxo de bits residual;

receber o primeiro fluxo de bits residual, o primeiro fluxo de bits LDR interno, e parâmetros de mapeamento de tons em um bloco formatador; e

produzir o fluxo de bits compactado em uma saída do codificador.

[000176] 34. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente codificar os parâmetros de

mapeamento de tons em um bloco de codificação de mapeamento de tons.

[000177] 35. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente produzir um fluxo de bits VDR de saída em um decodificador no codec que decodifica o fluxo de bits compactado.

[000178] 36. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a produção do fluxo de bits VDR de saída a partir do decodificador compreende:

- receber o fluxo de bits compactado no decodificador; analisar o fluxo de bits compactado em um segundo fluxo de bits LDR, um mapeamento de tons fluxo de bits, e um segundo fluxo de bits residual interno;

- decodificar o segundo fluxo de bits LDR interno; e

- transformar o segundo fluxo de bits LDR interno decodificado em um espaço de faixa dinâmica visual (VDR) no decodificador utilizando um bloco de transformação dentro do decodificador.

[000179] 37. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a produção do fluxo de bits VDR de saída do decodificador compreende:

- mitigar os artefatos de quantização na LDR decodificada transformada com um bloco de desperfilamento para produzir um segundo fluxo de imagens LDR desperfilado;

- realizar a análise de mapeamento inverso de tons no segundo fluxo de imagens LDR desperfilado e de mapeamento de tons fluxo de bits, em que a análise

- de mapeamento inverso de tons compreende computações com os parâmetros de mapeamento de tons;

- decodificar e processar o outro fluxo de bits residual; e

- produzir o fluxo de bits VDR de saída no decodificador que é

uma função do outro fluxo de bits residual decodificado e processado e um resultado da análise de mapeamento inverso de tons.

[000180] 38. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que qualquer mapeamento de tons ou mapeamento inverso de tons realizado no codec compreende uma função de um operador de mapeamento de tons global parametrizado, uma função de um operador de mapeamento de tons local parametrizado, uma função de um operador de mapeamento de tons global inverso parametrizado, ou uma função de um operador de mapeamento de tons local inverso parametrizado.

[000181] 39. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que qualquer um entre o operador de mapeamento de tons local parametrizado ou o operador de mapeamento de tons local inverso parametrizado compreende uma função com uma pluralidade de curvas quadráticas.

[000182] 40. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o residual compreende um tamanho que resulta em uma imagem residual não visível.

[000183] 41. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a geração do fluxo de bits compactado no codificador compreende adicionalmente:

- realizar a subamostragem do residual; e
- compactar o residual subamostrado.

[000184] 42. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec compreende um codec livre de desvios.

[000185] 43. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma VDR de vídeo compreende uma faixa dinâmica que consiste em 5 a 6 ordens de magnitude de uma luminância do vídeo.

[000186] 44. Método de processamento de vídeo que compreende:

com um aparelho de codificação de vídeo, decodificar um primeiro fluxo de vídeo que possui uma primeira faixa dinâmica para produzir um primeiro fluxo decodificado; e

aplicar um operador de mapeamento de tons invertido ao primeiro fluxo decodificado para realizar a predição de um segundo fluxo de vídeo, sendo que o segundo fluxo de vídeo possui uma segunda faixa dinâmica maior do que a primeira faixa dinâmica; e

produzir um fluxo de vídeo de saída a partir do segundo fluxo de vídeo.

[000187] 45. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a primeira faixa dinâmica compreende um vídeo de baixa faixa dinâmica (LDR) e a segunda faixa dinâmica um vídeo de faixa dinâmica visual (VDR).

[000188] 46. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende um operador de mapeamento de tons global.

[000189] 47. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o mapeamento de tons global invertido compreende uma transformação de luminância LDR em luminância VDR que compreende uma transformação comum de uma pluralidade de pixels de dados de vídeo de uma imagem.

[000190] 48. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente computar um vetor de parâmetro para o mapeamento de tons global invertido.

[000191] 49. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a computação do vetor de parâmetro compreende computar uma estimativa de mínimos quadrados ou uma estimativa de métrica de erro para se adequar a uma função polinomial.

[000192] 50. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido é

monotônico.

[000193] 51. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende um operador de mapeamento de tons local invertido, em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende uma transformação que compreende um mapeamento de luminância LDR até a luminância VDR, em que a transformação é variável para uma pluralidade de pixels de dados de vídeo de uma imagem.

[000194] 52. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende parâmetros para variações locais.

[000195] 53. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende uma função que compreende uma pluralidade de curvas quadráticas.

[000196] 54. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende parâmetros correspondentes a operações de subexposição ou superexposição.

[000197] 55. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude de luminância, e uma faixa dinâmica de LDR compreende 2 a 3 ordens de magnitude de luminância, em que a faixa dinâmica de vídeo de VDR é menor do que uma faixa dinâmica de vídeo de alta faixa dinâmica (HDR), em que a faixa dinâmica de vídeo de alta faixa dinâmica (HDR) compreende 10 a 14 ordens de magnitude de luminância.

[000198] 56. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente computar um residual, sendo que o residual compreende uma diferença entre uma imagem de

alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica, ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica.

[000199] 57. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do residual é zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual compreende uma imagem não visível.

[000200] 58. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do residual é aproximadamente zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual compreende uma imagem não visível.

[000201] 59. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente:

- gerenciar dados em uma camada de aprimoramento do vídeo de VDR; e

- gerenciar dados em uma camada de base do vídeo de LDR.

[000202] 60. Método de acordo com a predição de uma faixa dinâmica de vídeo, sendo que o método compreende:

- com um aparelho de processamento de vídeo, realizar a predição de uma primeira faixa dinâmica de vídeo ao aplicar um operador de mapeamento de tons global invertido a uma imagem que compreende uma segunda faixa dinâmica; ou

- com o aparelho de processamento de vídeo, realizar a predição de uma terceira faixa dinâmica do vídeo ao aplicar um operador de mapeamento de tons global invertido à imagem que compreende a segunda faixa dinâmica; e

- produzir um vídeo de saída que compreende a primeira faixa dinâmica ou a terceira faixa dinâmica.

[000203] 61. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a primeira faixa dinâmica do vídeo compreende

uma alta faixa dinâmica (HDR), a segunda faixa dinâmica do vídeo compreende uma baixa faixa dinâmica (LDR), e a terceira faixa dinâmica do vídeo compreende uma faixa dinâmica visual (VDR).

[000204] 62. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica de vídeo de HDR compreende 10 a 14 ordens de magnitude de luminância, uma faixa dinâmica de vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude de luminância, e uma faixa dinâmica de vídeo de LDR compreende 2 a 3 ordens de magnitude de luminância.

[000205] 63. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o mapeamento de tons global invertido compreende uma transformação de luminância LDR em luminância HDR que compreende uma transformação comum de uma pluralidade de pixels da imagem.

[000206] 64. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente computar um vetor de parâmetro para o mapeamento de tons global invertido, em que a computação do vetor de parâmetro compreende computar uma estimativa de mínimos quadrados ou uma estimativa de métrica de erro para se adequar a uma função polinomial.

[000207] 65. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende um operador de mapeamento de tons local invertido, em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende uma transformação que compreende um mapeamento de luminância LDR até a luminância HDR, em que a transformação é variável para uma pluralidade de pixels da imagem.

[000208] 66. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente determinar um parâmetro para cada um entre a pluralidade de pixels.

[000209] 67. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente gerar uma imagem de parâmetro utilizando o parâmetro para cada um entre pluralidade de pixels.

[000210] 68. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende parâmetros para variações locais.

[000211] 69. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende um operador de mapeamento de tons local invertido parametrizado que compreende ao menos uma função que possui uma pluralidade de curvas quadráticas.

[000212] 70. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido ou o operador de mapeamento de tons global invertido compreende parâmetros correspondentes a operações de subexposição ou superexposição.

[000213] 71. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente produzir um residual, sendo que o residual compreende uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica, ou uma diferença entre a imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica.

[000214] 72. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do residual é zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual compreende uma imagem não visível.

[000215] 73. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do residual é aproximadamente zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual compreende

uma imagem não visível.

[000216] 74. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um operador de mapeamento de tons correspondente ao operador de mapeamento de tons local invertido ou ao operador de mapeamento de tons global invertido é monotônico, e em que o operador de mapeamento de tons local invertido ou o operador de mapeamento de tons global invertido é parametrizado.

[000217] 75. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a terceira faixa dinâmica do vídeo compreende uma faixa dinâmica visual (VDR) de vídeo, e em que a faixa dinâmica de vídeo de VDR consiste em 5 a 6 ordens de magnitude de luminância.

[000218] 76. Método para realizar o processamento residual de dados de vídeo em um codec que compreende um codificador e um decodificador, sendo que o método compreende:

no codificador,

realizar a filtragem passa-baixo de um residual de entrada;

realizar a subamostragem do residual filtrado;

codificar o residual subamostrado; e

produzir um fluxo de bits de saída residual; e

no decodificador,

decodificar o fluxo de bits de saída residual;

realizar a sobreamostragem do fluxo de bits residual decodificado;

reconstruir uma faixa de frequência no fluxo de bits residual sobreamostrado; e

produzir um residual de saída.

[000219] 77. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que os dados de vídeo compreendem vídeo de VDR, em que o vídeo de VDR compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um

dos dois canais de cores, em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude da luminância, em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é maior do que uma faixa dinâmica de vídeo LDR, e em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é menor do que uma faixa dinâmica de um vídeo de alta faixa dinâmica (HDR).

[000220] 78. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente receber o residual de entrada ou transmitir o residual de saída dentro de uma camada de aprimoramento de um fluxo de bits de vídeo, e em que o codec compreende um codec livre de desvios.

[000221] 79. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o residual é um produto de um operador de mapeamento de tons invertido parametrizado.

[000222] 80. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido parametrizado inclui uma primeira região não linear de alta luminância, uma segunda região não linear de baixa luminância, e uma região linear entre as primeira e segunda regiões não lineares.

[000223] 81. Produto de programa de computador, codificado em um meio legível de computador, que compreende instruções para fazer com que o aparelho de processamento de dados realize operações de codificação de vídeo, sendo que as operações compreendem:

gerar um fluxo de vídeo codificado com um codificador de vídeo, sendo que o fluxo de vídeo codificado compreende uma faixa dinâmica de 5 a 6 ordens de magnitude (10^5 a 10^6) de luminância.

[000224] 82. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que as instruções para gerar o fluxo de vídeo codificado compreendem operações para gerar o fluxo de vídeo codificado em um formato de faixa dinâmica visual (VDR) de vídeo, sendo que o formato de VDR inclui uma faixa de luminância e

uma gama de cores visual (VCG) que um sistema visual humano pode perceber simultaneamente.

[000225] 83. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a VCG compreende todas as cores que o sistema visual humano pode perceber simultaneamente, em que a faixa de luminância compreende uma faixa dinâmica de percepção visual humana da luminância, e em que a VCG compreende uma Ampla Gama de Cores (WCG).

[000226] 84. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o formato de VDR de vídeo compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores.

[000227] 85. Produto de programa de computador, codificado em um meio legível de computador, que compreende instruções para fazer com que o aparelho de processamento de dados realize operações de codificação de vídeo, sendo que as operações compreendem:

codificar um fluxo de vídeo com um codificador de vídeo utilizando 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores.

[000228] 86. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o fluxo de vídeo codificado compreende dados de vídeo que possuem uma faixa dinâmica visual (VDR).

[000229] 87. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude da luminância.

[000230] 88. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica de VDR compreende uma faixa dinâmica de percepção visual humana da

luminância.

[000231] 89. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a VDR é configurada para formatos de vídeo que compreendem a captura, distribuição, consumo, ou Ampla Gama de Cores (WCG).

[000232] 90. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a VDR é representada por qualquer um entre: menos que uma Diferença Mínima Perceptível (JND), valores de três estímulos CIE XYZ, codificação de gama, ou codificação de log.

[000233] 91. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções para computar uma luminância LD de log em ponto fixo, a partir de uma luminância física Y em cd/m², utilizando um parâmetro de escala S, e um parâmetro de tendência B.

[000234] 92. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a computação de uma luminância LD de log em ponto fixo, compreende computar

$$L_D = \left\lfloor S (\log_2 Y + B) \right\rfloor_e \quad Y = \begin{cases} 2^{\frac{L_D + \frac{1}{2}}{S} - B}, & \text{para } L_D > 0 \\ 0, & \text{para } L_D = 0 \end{cases}.$$

[000235] 93. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções para utilizar o parâmetro de tendência B para determinar uma faixa de uma luminância total em cd/m².

[000236] 94. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções para determinar uma faixa dinâmica DR utilizando o parâmetro de escala S e um número de bits N.

[000237] 95. Produto de programa de computador de acordo com a

Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a faixa dinâmica DR compreende determinar

$$DR = \frac{2^{\frac{2^N - 1 + 1/2}{S} - B}}{2^{\frac{1 + 1/2}{S} - B}} = 2^{\frac{2^N - 2}{S}}$$

[000238] 96. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções para computar as coordenadas (u', v') dos canais de cores definindo uma transformação projetiva nos valores de três estímulos XYZ.

[000239] 97. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções para operações de transformação de valores R' G' B' com correção de gama na VDR, as operações de transformação de valores R' G' B' com correção de gama compreendem:

converter os valores R' G' B' com correção de gama para gerar valores de RGB ao desfazer uma correção de gama;

realizar uma transformação de matriz nos valores RGB para gerar valores de três estímulos XYZ;

converter o valor de três estímulos Y em uma luminância LD de log em ponto fixo utilizando uma função de log e uma primeira quantização; e

converter os valores de três estímulos X e Z em u'_D e v'_D a partir de uma transformação projetiva e uma segunda quantização.

[000240] 98. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente selecionar uma faixa dinâmica com base em uma faixa de luminância e cor que um sistema visual humano pode perceber simultaneamente.

[000241] 99. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o fluxo de vídeo codificado compreende dados de vídeo que possuem uma faixa dinâmica visual (VDR), em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR consiste em 5 a 6 ordens de magnitude da luminância.

[000242] 100. Produto de programa de computador, codificado em um meio legível de computador, compreende instruções para fazer com que o aparelho de processamento de dados para realizar operações de compactação de vídeo de faixa dinâmica visual (VDR), sendo que as operações compreendem:

receber um fluxo de bits de baixa faixa dinâmica (LDR) e um fluxo de bits de VDR em um codec em camadas, em que o codec em camadas compreende ao menos um codificador, um primeiro decodificador, e um segundo decodificador;

processar o fluxo de bits de LDR em uma camada de base, em que o processamento do fluxo de bits de LDR compreende ao menos uma operação com o primeiro decodificador; e

processar o fluxo de bits de VDR em uma camada de aprimoramento, em que o processamento do fluxo de bits de VDR compreende ao menos uma operação com o segundo decodificador, em que o fluxo de bits de VDR compreende informações que são ignoradas pelo primeiro decodificador.

[000243] 101. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o vídeo de VDR compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores, em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude da luminância, em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é maior do que uma faixa dinâmica de vídeo de LDR, e em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é menor do que uma faixa dinâmica de um

vídeo de alta faixa dinâmica (HDR).

[000244] 102. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec em camadas compreende um tipo de codificador que é compatível com um formato H.264 ou um formato AVC.

[000245] 103. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec compreende um codec livre de desvios.

[000246] 104. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções para inserir dados para um ou mais detalhes de uma imagem original no fluxo de bits de VDR que foram perdidos como resultado da criação do fluxo de bits de LDR a partir da imagem original.

[000247] 105. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR consiste em 5 a 6 ordens de magnitude da luminância.

[000248] 106. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que as instruções que compreendem as operações incluem:

- aplicar ao menos um entre uma operação de desperfilamento aos dados de baixa faixa dinâmica;

- realizar o mapeamento inverso de tons dos dados de baixa faixa dinâmica desperfilado;

- produzir um residual com dados de alta faixa dinâmica ou dados de faixa dinâmica visual; e

- processar o residual, em que o residual compreende uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica, ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa

dinâmica.

[000249] 107. Produto de programa de computador, codificado em um meio legível de computador, que compreende instruções para fazer com que o aparelho de processamento de dados realize operações para codificar e decodificar dados de vídeo em um codec, sendo que as operações compreendem:

gerar um fluxo de bits compactado em um codificador em um codec, sendo que a geração do fluxo de bits compactado compreende:

receber um fluxo de imagens de baixa faixa dinâmica de entrada (LDR) no codificador;

codificar e decodificar o fluxo de imagens LDR de entrada para produzir um primeiro fluxo de bits LDR interno e um fluxo de imagens LDR decodificado; e

transformar o fluxo de imagens LDR decodificado em um espaço de faixa dinâmica visual (VDR) utilizando um bloco de transformação dentro do codificador.

[000250] 108. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o fluxo de bits compactado compreende informações de baixa faixa dinâmica (LDR) dentro de uma camada de base do fluxo de bits compactado e informações de faixa dinâmica visual (VDR) dentro de uma camada de aprimoramento do fluxo de bits compactado.

[000251] 109. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o vídeo de VDR compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreende 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores, em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude da luminância, em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é maior do que uma faixa dinâmica de vídeo LDR, e em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é menor do que um vídeo de alta faixa

dinâmica (HDR).

[000252] 110. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que as instruções de operações de transformação compreendem gerar uma luminância LD de log em ponto fixo e as coordenadas de cores (u'_D, v'_D) .

[000253] 111. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que as instruções para gerar o fluxo de bits compactado no codificador compreendem adicionalmente operações para mitigar os artefatos de quantização na LDR transformada com um bloco de desperfilamento para produzir um primeiro fluxo de imagens LDR desperfilado.

[000254] 112. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que as instruções para transformar o fluxo de imagens LDR decodificado no espaço de faixa dinâmica visual (VDR) utilizando o bloco de transformação dentro do codificador compreendem operações para:

realizar a análise de mapeamento de tons (TM) no primeiro fluxo de imagens LDR desperfilado para gerar parâmetros de mapeamento de tons;

realizar o mapeamento inverso de tons (ITM) no primeiro fluxo de imagens LDR desperfilado; e

produzir um residual que é uma função de um resultado do mapeamento inverso de tons e um fluxo de bits de faixa dinâmica visual de entrada (VDR).

[000255] 113. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente as instruções para operações que incluem:

processar o residual;

codificar o residual processado;

produzir um primeiro fluxo de bits residual;

receber o primeiro fluxo de bits residual,
o primeiro fluxo de bits LDR interno, e os parâmetros de mapeamento de tons em um bloco formatador; e
produzir o fluxo de bits compactado em uma saída do codificador.

[000256] 114. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente as instruções para operações de codificação de parâmetros de mapeamento de tons em um bloco de codificação de mapeamento de tons.

[000257] 115. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções para operações de produção de um fluxo de bits VDR de saída em um decodificador no codec que decodifica o fluxo de bits compactado.

[000258] 116. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que as instruções para produzir o fluxo de bits VDR de saída a partir do decodificador compreendem operações para:

receber o fluxo de bits compactado no decodificador;
analisar o fluxo de bits compactado em um segundo fluxo de bits de LDR, um fluxo de bits de mapeamento de tons, e um segundo fluxo de bits residual interno

decodificar o segundo fluxo de bits de LDR interno; e
transformar o segundo fluxo de bits de LDR interno decodificado em um espaço de faixa dinâmica visual (VDR) no decodificador utilizando o bloco de transformação dentro do decodificador.

[000259] 117. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que as instruções para

produzir o fluxo de bits VDR de saída a partir do decodificador compreendem operações que incluem:

- mitigar os artefatos de quantização na outra LDR codificada transformada com um bloco de desperfilamento para produzir um segundo fluxo de imagens LDR desperfilado;

- realizar a análise de mapeamento inverso de tons no segundo fluxo de imagens LDR desperfilado e o mapeamento de tons fluxo de bits, em que a análise de mapeamento inverso de tons compreende computações com os parâmetros de mapeamento de tons;

- decodificar e processar o outro fluxo de bits residual; e

- produzir o fluxo de bits VDR de saída no decodificador que é uma função do outro fluxo de bits residual decodificado e processado e um resultado da análise de mapeamento inverso de tons.

[000260] 118. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que qualquer mapeamento de tons ou mapeamento inverso de tons realizado no codec compreende uma função de um operador de mapeamento de tons global parametrizado, uma função de um operador de mapeamento de tons local parametrizado, uma função de um operador de mapeamento de tons global inverso parametrizado e, ou uma função de um operador de mapeamento de tons local inverso parametrizado.

[000261] 119. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que qualquer um entre o operador de mapeamento de tons local parametrizado ou o operador de mapeamento de tons local inverso parametrizado compreende uma função com uma pluralidade de curvas quadráticas.

[000262] 120. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o residual compreende um tamanho que resulta em uma imagem residual não visível.

[000263] 121. Produto de programa de computador de acordo com a

Modalidade Exemplificativa Enumerada em que as instruções para gerar o fluxo de bits compactado no codificador compreendem adicionalmente operações que incluem:

realizar a subamostragem do residual; e compactar o residual subamostrado.

[000264] 122. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec compreende um codec livre de desvios.

[000265] 123. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um VDR de vídeo compreende uma faixa dinâmica que consiste em 5 a 6 ordens de magnitude de uma luminância do vídeo.

[000266] 124. Produto de programa de computador, codificado de maneira tangível em um meio legível de computador, que compreende as instruções para fazer com que o aparelho de processamento de dados realize operações de processamento de vídeo, sendo que as operações compreendem:

com um aparelho de codificação de vídeo, decodificar um primeiro fluxo de vídeo que possui uma primeira faixa dinâmica para produzir um primeiro fluxo decodificado;

aplicar um operador de mapeamento de tons invertido ao primeiro fluxo decodificado ao realizar a predição de um segundo fluxo de vídeo, sendo que o segundo fluxo de vídeo possui uma segunda faixa dinâmica maior do que a primeira faixa dinâmica; e

produzir um fluxo de vídeo de saída a partir do segundo fluxo de vídeo.

[000267] 125. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a primeira faixa dinâmica compreende um vídeo de baixa faixa dinâmica (LDR) e a segunda faixa dinâmica compreende um vídeo de faixa dinâmica visual

(VDR).

[000268] 126. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende um operador de mapeamento de tons global.

[000269] 127. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o mapeamento de tons global invertido compreende uma transformação de luminância de LDR na luminância de VDR que compreende uma transformação comum de uma pluralidade de pixels de dados de vídeo de uma imagem.

[000270] 128. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções de operação que compreendem computar um vetor de parâmetro para o mapeamento de tons global invertido.

[000271] 129. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que as instruções para computar o vetor de parâmetro compreendem operações para computar uma estimativa de mínimos quadrados ou estimativa de métrica de erro para se adequar a uma função polinomial.

[000272] 130. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido é monotônico.

[000273] 131. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende um operador de mapeamento de tons local invertido, em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende uma transformação que compreende um mapeamento de luminância de LDR até a luminância VDR, em que a transformação é variável para uma pluralidade de pixels de dados de vídeo de uma imagem.

[000274] 132. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende parâmetros para variações locais.

[000275] 133. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende uma função que compreende uma pluralidade de curvas quadráticas.

[000276] 134. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende parâmetros correspondentes a operações de subexposição ou superexposição.

[000277] 135. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude de luminância, e uma faixa dinâmica de LDR compreende 2 a 3 ordens de magnitude de luminância, em que uma faixa dinâmica de vídeo de VDR é menor do que uma faixa dinâmica de vídeo de alta faixa dinâmica (HDR), em que a faixa dinâmica de vídeo de alta faixa dinâmica (HDR) compreende 10 a 14 ordens de magnitude de luminância.

[000278] 136. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções para computar um residual, sendo que o residual compreende uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica.

[000279] 137. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do residual é zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual

compreende uma imagem não visível.

[000280] 138. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do residual é aproximadamente zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual compreende uma imagem não visível.

[000281] 139. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções para operações que compreendem:

- gerenciar dados em uma camada de aprimoramento do vídeo de VDR; e

- gerenciar dados em uma camada de base do vídeo de LDR.

[000282] 140. Produto de programa de computador, codificado de maneira tangível em um meio legível de computador, que compreende instruções para fazer com que o aparelho de processamento de dados realize uma ou mais predições de faixas dinâmicas de vídeo, sendo que as operações compreendem:

- com um aparelho de processamento de vídeo, realizar a predição de uma primeira faixa dinâmica de vídeo ao aplicar um operador de mapeamento de tons global invertido a uma imagem que compreende uma segunda faixa dinâmica;

- ou com o aparelho de processamento de vídeo, realizar a predição de uma terceira faixa dinâmica do vídeo ao aplicar um operador de mapeamento de tons global invertido à imagem que compreende a segunda faixa dinâmica; e

- produzir um vídeo de saída que compreende a primeira faixa dinâmica ou a terceira faixa dinâmica.

[000283] 141. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a primeira faixa dinâmica do vídeo compreende uma alta faixa dinâmica (HDR), a segunda faixa dinâmica do vídeo compreende uma baixa faixa dinâmica

(LDR), e a terceira faixa dinâmica do vídeo compreende uma faixa dinâmica visual (VDR).

[000284] 142. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica de vídeo de HDR compreende 10 a 14 ordens de magnitude de luminância, uma faixa dinâmica de vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude de luminância, e uma faixa dinâmica de vídeo de LDR compreende 2 a 3 ordens de magnitude de luminância.

[000285] 143. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o mapeamento de tons global invertido compreende uma transformação de luminância LDR em luminância HDR que compreende uma transformação comum para uma pluralidade de pixels da imagem.

[000286] 144. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções de operações que compreendem computar um vetor de parâmetro para o mapeamento de tons global invertido, em que as operações para computar o vetor de parâmetro compreendem computar uma estimativa de mínimos quadrados ou uma estimativa de métrica de erro para se adequar a uma função polinomial.

[000287] 145. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende um operador de mapeamento de tons local invertido, em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende uma transformação que compreende um mapeamento de luminância LDR até a luminância HDR, em que a transformação é variável para uma pluralidade de pixels da imagem.

[000288] 146. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende

adicionalmente instruções de operações que incluem determinar um parâmetro para cada um entre a pluralidade de pixels.

[000289] 147. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções de operações que incluem gerar um parâmetro de imagem utilizando o parâmetro para cada um entre a pluralidade de pixels.

[000290] 148. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende parâmetros para variações locais.

[000291] 149. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende um operador de mapeamento de tons local invertido parametrizado que compreende ao menos uma função que possui uma pluralidade de curvas quadráticas.

[000292] 150. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido ou o operador de mapeamento de tons global invertido compreende parâmetros correspondentes a operações de subexposição ou superexposição.

[000293] 151. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente instruções de operações que compreendem produzir um residual, sendo que o residual compreende uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição a partir de uma imagem de baixa faixa dinâmica ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica.

[000294] 152. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do

residual é zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual compreende uma imagem não visível.

[000295] 153. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do residual é aproximadamente zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual compreende uma imagem não visível.

[000296] 154. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um operador de mapeamento de tons correspondente ao operador de mapeamento de tons local invertido ou ao operador de mapeamento de tons global invertido é monotônico, e em que o operador de mapeamento de tons local invertido ou o operador de mapeamento de tons global invertido é parametrizado.

[000297] 155. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a terceira faixa dinâmica do vídeo compreende uma faixa dinâmica visual (VDR) de vídeo, e em que uma faixa dinâmica de vídeo de VDR consiste em 5 a 6 ordens de magnitude de luminância.

[000298] 156. Produto de programa de computador, codificado de maneira tangível em um meio legível de computador, que compreende instruções para fazer com que o aparelho de processamento de dados realize o processamento residual de dados de vídeo em um codec que compreende um codificador e um decodificador, sendo que as operações compreendem: no codificador,

realizar a filtragem passa-baixo de um residual de entrada;

realizar a subamostragem do residual filtrado;

codificar o residual subamostrado; e

produzir um fluxo de bits de saída residual; e

no decodificador,

decodificar o fluxo de bits de saída residual;

realizar a sobreamostragem do fluxo de bits residual decodificado;

reconstruir uma faixa de frequência no fluxo de bits residual sobreamostrado; e

produzir um residual de saída.

[000299] 157. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que os dados de vídeo compreendem um vídeo de VDR, em que o vídeo de VDR compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores, em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude da luminância, em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é maior do que uma faixa dinâmica de vídeo de LDR, e em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é menor do que uma faixa dinâmica de um vídeo de alta faixa dinâmica (HDR).

[000300] 158. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada as instruções que compreendem adicionalmente operações para receber o residual de entrada ou transmitir o residual de saída dentro de uma camada de aprimoramento de um fluxo de bits de vídeo, e em que o codec compreende um codec livre de desvios.

[000301] 159. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o residual é um produto de um operador de mapeamento de tons invertido parametrizado.

[000302] 160. Produto de programa de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido parametrizado inclui uma primeira região não linear de alta luminância, uma segunda região não linear de baixa luminância, e uma região linear entre as primeira e segunda regiões não lineares.

[000303] 161. Sistema que compreende: um codificador de vídeo para gerar um fluxo de vídeo codificado, sendo que o fluxo de vídeo codificado compreende uma faixa dinâmica de 5 a 6 ordens de magnitude (10^5 a 10^6) de luminância.

[000304] 162. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o fluxo de vídeo codificado compreende um formato de faixa dinâmica visual (VDR) de vídeo, sendo que o formato de VDR inclui uma faixa de luminância e uma gama de cores visuais (VCG) que um sistema visual humano pode perceber simultaneamente.

[000305] 163. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a VCG compreende todas as cores que o sistema visual humano pode perceber simultaneamente, em que a faixa de luminância compreende uma faixa dinâmica de percepção visual humana da luminância, e em que a VCG compreende uma Ampla Gama de Cores (WCG).

[000306] 164. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o formato de VDR de vídeo compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores.

[000307] 165. Sistema que compreende:
um codec de vídeo para codificar um fluxo de vídeo utilizando 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores.

[000308] 166. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o fluxo de vídeo codificado compreende dados de vídeo que possuem uma faixa dinâmica visual (VDR).

[000309] 167. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude da luminância.

[000310] 168. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa

Enumerada em que uma faixa dinâmica de VDR compreende uma faixa dinâmica de percepção visual humana da luminância.

[000311] 169. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a VDR é configurada para formatos de vídeo que compreendem a captura, distribuição, o consumo, ou Ampla Gama de Cores (WCG).

[000312] 170. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a VDR é representada por qualquer um entre uma Diferença Mínima Perceptível (JND), valores de três estímulos CIE XYZ, codificação gama, ou codificação log.

[000313] 171. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec de vídeo é configurado para computar uma luminância LD log em ponto fixo, a partir de uma luminância física Y em cd/m², utilizando um parâmetro de escala S, e um parâmetro de tendência B.

[000314] 172. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec de vídeo é configurado para computar uma luminância LD log em ponto fixo, que compreende computar

$$L_D = \left\lfloor S (\log_2 Y + B) \right\rfloor_e \quad Y = \begin{cases} 2^{\frac{L_D + \frac{1}{2}}{S} B}, & \text{para } L_D > 0 \\ 0, & \text{para } L_D = 0 \end{cases}$$

[000315] 173. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec de vídeo é configurado para utilizar o parâmetro de tendência B para determinar uma faixa de uma luminância total em cd/m².

[000316] 174. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o sistema é configurado para determinar uma faixa dinâmica DR utilizando o parâmetro de escala S e um número de bits N.

[000317] 175. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a faixa dinâmica DR compreende

$$DR = \frac{2^{\frac{2^N - 1 + 1/2}{S} B}}{2^{\frac{1 + 1/2}{S} B}} = 2^{\frac{2^N - 2}{S}}$$

[000318] 176. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec de vídeo é configurado para computar as coordenadas (u', v') dos canais de cor definindo uma transformação projetiva nos valores de três estímulos XYZ.

[000319] 177. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec de vídeo é configurado para transformar os valores R' G' B' com correção de gama na VDR, sendo que a transformação dos valores R'G'B' com correção de gama com o codec vídeo compreende processos que incluem:

converter os valores R'G'B' com correção de gama para gerar valores RGB ao desfazer uma correção de gama;

realizar uma transformação de matriz nos valores RGB para gerar valores de três estímulos XYZ;

converter o valor de três estímulos Y em uma luminância LD de log em ponto fixo utilizando uma função log e uma primeira quantização; e

converter os valores de três estímulos X e Z em coordenadas de cores u'_D e v'_D a partir de uma transformação projetiva e uma segunda quantização.

[000320] 178. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec é configurado para selecionar uma faixa dinâmica com base em uma faixa de luminância e cor que um sistema visual humano pode perceber simultaneamente.

[000321] 179. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o fluxo de vídeo codificado compreende dados de vídeo que possuem uma faixa dinâmica visual (VDR), em que uma faixa

dinâmica do vídeo de VDR consiste em 5 a 6 ordens de magnitude da luminância.

[000322] 180. Sistema de compactação de vídeo de faixa dinâmica visual (VDR), sendo que o sistema compreende:

um codec em camadas para receber um fluxo de bits de baixa faixa dinâmica (LDR) e um fluxo de bits de VDR, em que o codec em camadas compreende ao menos um codificador, um primeiro decodificador, e um segundo decodificador;

em que o codec em camadas é configurado para processar o fluxo de bits de LDR em uma camada de base, em que os processos relacionados ao fluxo de bits de LDR compreendem ao menos uma operação com o primeiro decodificador; e

em que o codec em camadas é configurado para processar o fluxo de bits de VDR em uma camada de aprimoramento, em que os processos relacionados ao fluxo de bits de VDR compreendem ao menos uma operação com o segundo decodificador, em que o fluxo de bits de VDR compreende informações que são ignoradas pelo primeiro decodificador.

[000323] 181. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o vídeo de VDR compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores, em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude da luminância, em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é maior do que uma faixa dinâmica de vídeo de LDR, e em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é menor do que uma faixa dinâmica de um vídeo de alta faixa dinâmica (HDR).

[000324] 182. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec em camadas compreende um tipo de codificador que é compatível com um formato H.264 ou um formato

AVC.

[000325] 183. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec compreende um codec livre de desvios.

[000326] 184. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec em camadas é configurado para inserir dados para um ou mais detalhes a partir de uma imagem original no fluxo de bits de VDR que foram perdidos como resultado da criação do fluxo de bits de LDR da imagem original.

[000327] 185. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR consiste em 5 a 6 ordens de magnitude (10^5 a 10^6) da luminância.

[000328] 186. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec em camadas é configurado para computar processos que incluem:

- aplicar ao menos um entre a operação de desperfilamento a dados de baixa faixa dinâmica;

- realizar o mapeamento inverso de tons dos dados de baixa faixa dinâmica desperfilado;

- produzir um residual com dados de alta faixa dinâmica ou dados de faixa dinâmica visual; e

- processar o residual,

- em que o residual compreende uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica.

[000329] 187. Sistema de codificação e decodificação em um codec, sendo que o sistema compreende:

- um codec que compreende um codificador e um decodificador, em que o codificador no codec é configurado para gerar um fluxo de bits compactado por processos de dados que incluem:

receber um fluxo de imagens de baixa faixa dinâmica de entrada (LDR) no codificador; e

codificar e decodificar o fluxo de imagens LDR de entrada para produzir um primeiro fluxo de bits LDR interno e um fluxo de imagens LDR decodificado, e

em que o codec é configurado para transformar o fluxo de imagens LDR decodificado em um espaço de faixa dinâmica visual (VDR) utilizando um bloco de transformação dentro do codificador.

[000330] 188. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada que compreende adicionalmente:

em que o fluxo de bits compactado compreende informações de baixa faixa dinâmica (LDR) dentro de uma camada de base do fluxo de bits compactado e informações de faixa dinâmica visual (VDR) dentro de uma camada de aprimoramento do fluxo de bits compactado.

[000331] 189. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o vídeo de VDR compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores, em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude da luminância, em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é maior do que uma faixa dinâmica de vídeo de LDR, e em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é menor do que um vídeo de alta faixa dinâmica (HDR).

[000332] 190. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a transformação compreende uma luminância LD

de log em ponto fixo e coordenadas de cores (u'_D, v'_D) .

[000333] 191. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codificador compreende um bloco decodificador, em que o codificador é configurado para mitigar os artefatos de quantização na LDR transformada com o bloco de desperfilamento para produzir um primeiro fluxo de bits LDR desperfilado.

[000334] 192. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codificador é configurado para:

realizar a análise de mapeamento de tons (TM) no primeiro fluxo de imagens LDR desperfilado para gerar parâmetros de mapeamento de tons;

realizar o mapeamento inverso de tons (ITM) no primeiro fluxo de imagens LDR desperfilado; e

produzir um residual que é uma função de um resultado do mapeamento inverso de tons e um fluxo de bits de faixa dinâmica visual de entrada (VDR).

[000335] 193. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codificador compreende um residual que processa e codifica o bloco para processar o residual,

codificar o residual processado, e

produzir um primeiro fluxo de bits residual; em que o codificador compreende um bloco formatador para receber o primeiro fluxo de bits residual, o primeiro fluxo de bits LDR interno, e parâmetros de mapeamento de tons; e em que o codificador é configurado para produzir o fluxo de bits compactado em uma saída do codificador.

[000336] 194. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codificador compreende um bloco de codificação de mapeamento de tons para codificar os parâmetros de mapeamento de tons.

[000337] 195. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o decodificador no codec decodifica o fluxo de bits compactado e produz um fluxo de bits VDR de saída em uma saída de decodificador.

[000338] 196. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o decodificador é configurado para receber o fluxo de bits compactado no decodificador,

em que o decodificador compreende um bloco analisador para analisar o fluxo de bits compactado em um segundo fluxo de bits LDR, um fluxo de bits de mapeamento de tons, e um segundo fluxo de bits residual interno,

em que o decodificador compreende um bloco decodificador de LDR para decodificar o segundo fluxo de bits LDR interno, e

em que o decodificador compreende um bloco de transformação para transformar o segundo fluxo de bits interno decodificado em um espaço de faixa dinâmica visual (VDR) no decodificador.

[000339] 197. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o decodificador compreende um bloco de desperfilamento para mitigar os artefatos de quantização na outra LDR decodificada transformada para produzir um segundo fluxo de bits LDR desperfilado;

em que o decodificador é configurado para realizar a análise de mapeamento inverso de tons no segundo fluxo de bits LDR desperfilado e o fluxo de bits de mapeamento de tons,

em que a análise de mapeamento inverso de tons compreende computações com parâmetros de mapeamento de tons; em que o decodificador é configurado para decodificar e processar o outro fluxo de bits residual; e

em que o decodificador é configurado para produzir o fluxo de bits VDR de saída na saída de decodificador, em que o fluxo de bits VDR de saída é uma função do outro fluxo de bits residual decodificado e processado e um produto da análise de mapeamento inverso de tons.

[000340] 198. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que quaisquer operações de mapeamento de tons ou mapeamento inverso de tons realizadas pelo codec compreendem uma função de um operador de mapeamento de tons global parametrizado,

uma função de um operador de mapeamento de tons local parametrizado, uma função de um operador de mapeamento de tons global inverso parametrizado, ou uma função de um operador de mapeamento de tons local inverso parametrizado.

[000341] 199. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que qualquer um entre o operador de mapeamento de tons local parametrizado ou o operador de mapeamento de tons local inverso parametrizado compreende uma função com uma pluralidade de curvas quadráticas.

[000342] 200. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o residual compreende um tamanho que resulta em uma imagem residual não visível.

[000343] 201. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codificador é configurado para realizar a subamostragem do residual e compactar o residual subamostrado.

[000344] 202. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec compreende um codec livre de desvios.

[000345] 203. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma VDR de vídeo compreende uma faixa dinâmica que consiste em 5 a 6 ordens de magnitude de uma luminância do vídeo.

[000346] 204. Sistema de processamento de vídeo que compreende:
um aparelho de processamento de vídeo que compreende um decodificador e um codificador, em que o aparelho de processamento de vídeo é configurado para decodificar um primeiro fluxo de vídeo que possui uma primeira faixa dinâmica para produzir um primeiro fluxo decodificado,

em que o aparelho de processamento de vídeo é configurado para aplicar um operador de mapeamento de tons invertido ao primeiro fluxo decodificado para realizar a predição de um segundo

fluxo de vídeo, sendo que o segundo fluxo de vídeo possui uma segunda faixa dinâmica maior do que a primeira faixa dinâmica; e

em que o aparelho de processamento de vídeo é configurado para produzir um fluxo de vídeo de saída do segundo fluxo de vídeo.

[000347] 205. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a primeira faixa dinâmica compreende um vídeo de baixa faixa dinâmica (LDR) e a segunda faixa dinâmica compreende um vídeo de faixa dinâmica visual (VDR).

[000348] 206. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende um operador de mapeamento de tons global.

[000349] 207. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o aparelho de processamento de vídeo compreende um bloco de transformação, em que o mapeamento de tons global invertido compreende uma transformação de luminância LDR em luminância VDR que compreende uma transformação comum de uma pluralidade de pixels de dados de vídeo de uma imagem.

[000350] 208. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o aparelho de processamento de vídeo compreende um bloco de processamento de parâmetro para computar um vetor de parâmetro para o mapeamento de tons global invertido.

[000351] 209. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o aparelho de processamento de vídeo compreende um bloco de processamento de parâmetro para computar uma estimativa dos mínimos quadrados ou uma estimativa de métrica de erro para se adequar a uma função polinomial.

[000352] 210. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido usado no aparelho de processamento de vídeo é monotônico.

[000353] 211. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa

Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende um operador de mapeamento de tons local invertido, em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende uma transformação que compreende um mapeamento de luminância LDR até a luminância VDR, em que a transformação é variável para uma pluralidade de pixels de dados de vídeo de uma imagem.

[000354] 212. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende parâmetros para variações locais.

[000355] 213. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende uma função que compreende uma pluralidade de curvas quadráticas.

[000356] 214. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende parâmetros correspondentes a operações de subexposição ou superexposição.

[000357] 215. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica de vídeo de alta faixa dinâmica (HDR) compreende 10 a 14 ordens de magnitude de luminância, uma faixa dinâmica do vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude de luminância, e uma faixa dinâmica de LDR compreende 2 a 3 ordens de magnitude de luminância.

[000358] 216. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o aparelho de processamento de vídeo é configurado para gerenciar dados em uma camada de aprimoramento do vídeo de VDR; e

em que o aparelho de processamento de vídeo é configurado para gerenciar dados em uma camada de base do vídeo de LDR.

[000359] 217. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa

Enumerada em que o aparelho de processamento de vídeo é configurado para computar um residual, sendo que o residual compreende uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica.

[000360] 218. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do residual é zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual compreende uma imagem não visível.

[000361] 219. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do residual é aproximadamente zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual compreende uma imagem não visível.

[000362] 220. Sistema de predição de uma faixa dinâmica para vídeo, sendo que o sistema compreende:

- um aparelho de processamento de vídeo que compreende uma unidade de parâmetro de vídeo que utiliza parâmetros de mapeamento de faixa dinâmica de uma imagem,

- em que o aparelho de processamento de vídeo é configurado para realizar a predição de uma ou mais faixas dinâmicas de vídeo, que incluem:

- uma primeira faixa dinâmica do vídeo ao aplicar um operador de mapeamento de tons global invertido a uma imagem que compreende uma segunda faixa dinâmica, ou

- uma terceira faixa dinâmica do vídeo ao aplicar um operador de mapeamento de tons global invertido à imagem que compreende a segunda faixa dinâmica; e

- em que o aparelho de processamento de vídeo é configurado para produzir um vídeo de saída que compreende ao menos uma entre

a primeira faixa dinâmica ou a terceira faixa dinâmica.

[000363] 221. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a primeira faixa dinâmica do vídeo compreende uma alta faixa dinâmica (HDR), a segunda faixa dinâmica do vídeo compreende uma baixa faixa dinâmica (LDR), e a terceira faixa dinâmica do vídeo compreende uma faixa dinâmica visual (VDR).

[000364] 222. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que uma faixa dinâmica de vídeo de HDR compreende 10 a 14 ordens de magnitude de luminância, uma faixa dinâmica de vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude de luminância, e uma faixa dinâmica de vídeo de LDR compreende 2 a 3 ordens de magnitude de luminância.

[000365] 223. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a unidade de parâmetro de vídeo é configurada para a transformação de luminância associada às faixas dinâmicas, em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende um operador de mapeamento de tons local invertido, em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende uma transformação que compreende um mapeamento de luminância LDR até a luminância HDR, e em que a transformação é variável para uma pluralidade de pixels da imagem.

[000366] 224. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a unidade de parâmetro de vídeo é configurada para a transformação de luminância associada às faixas dinâmicas, em que o mapeamento de tons global invertido compreende uma transformação de luminância LDR em luminância VDR que compreende uma transformação comum de uma pluralidade de pixels da imagem.

[000367] 225. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a unidade de parâmetro de vídeo é configurada para computar um vetor de parâmetro para o mapeamento de tons

global invertido, em que a computação do vetor de parâmetro compreende uma estimativa de mínimos quadrados ou uma estimativa de métrica de erro para se adequar a uma função polinomial.

[000368] 226. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a unidade de parâmetro de vídeo é configurada para determinar um parâmetro para cada um entre a pluralidade de pixels.

[000369] 227. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a unidade de parâmetro de vídeo é configurada para gerar uma imagem de parâmetro utilizando o parâmetro para cada um entre a pluralidade de pixels.

[000370] 228. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende parâmetros para variações locais.

[000371] 229. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido compreende um operador de mapeamento de tons local invertido parametrizado que compreende ao menos uma função que possui uma pluralidade de curvas quadráticas.

[000372] 230. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons local invertido ou o operador de mapeamento de tons global invertido compreende parâmetros correspondentes a operações de subexposição ou superexposição.

[000373] 231. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o aparelho de processamento de vídeo é configurado para produzir um residual, sendo que o residual compreende uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de

baixa faixa dinâmica.

[000374] 232. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do residual é zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual compreenda uma imagem não visível.

[000375] 233. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um tamanho do residual é aproximadamente zero de modo que uma imagem produzida a partir do residual compreenda uma imagem não visível.

[000376] 234. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que um operador de mapeamento de tons correspondente ao operador de mapeamento de tons local invertido ou ao operador de mapeamento de tons global invertido é monotônico, e em que o operador de mapeamento de tons local invertido ou o operador de mapeamento de tons global invertido é parametrizado.

[000377] 235. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que a terceira faixa dinâmica do vídeo é uma faixa dinâmica visual (VDR) de vídeo, e em que uma faixa dinâmica de vídeo de VDR consiste em 5 a 6 ordens de magnitude (105 a 106) de luminância.

[000378] 236. Sistema para realizar o processamento residual de dados de vídeo em um codec que compreende um codificador e um decodificador, sendo que o sistema compreende:

no codificador,

um filtro para realizar a filtragem passa-baixo de um residual de entrada;

uma unidade de subamostragem para realizar a subamostragem do residual filtrado;

uma unidade de codificação para codificar o residual subamostrado; e

uma saída de codificador para enviar um fluxo de bits de saída residual ao decodificador; e

no decodificador,

uma unidade de decodificação para receber o fluxo de bits de saída residual e decodificar o fluxo de bits de saída residual;

uma unidade de sobreamostragem para realizar a sobreamostragem do fluxo de bits residual decodificado;

uma unidade de reconstrução para reconstruir uma faixa de frequência no fluxo de bits residual sobreamostrado; e

uma saída de decodificador para enviar um residual de saída.

[000379] 237. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que os dados de vídeo compreendem um vídeo de VDR, em que o vídeo de VDR compreende 32 bits por pixel, em que os 32 bits por pixel compreendem 12 bits de luminância e 10 bits para cada um dos dois canais de cores, em que uma faixa dinâmica do vídeo de VDR compreende 5 a 6 ordens de magnitude da luminância, em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é maior do que uma faixa dinâmica de vídeo de LDR, e em que a faixa dinâmica do vídeo de VDR é menor do que uma faixa dinâmica de um vídeo de alta faixa dinâmica (HDR).

[000380] 238. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o codec é configurado para receber o residual de entrada ou transmitir o residual de saída dentro de uma camada de aprimoramento de um fluxo de bits de vídeo, e em que o codec compreende um codec livre de desvios.

[000381] 239. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o residual é um produto de um operador de mapeamento de tons invertido parametrizado.

[000382] 240. Sistema de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada em que o operador de mapeamento de tons invertido

parametrizado inclui uma primeira região não linear de alta luminância, uma segunda região não linear de baixa luminância, e uma região linear entre as primeira e segunda regiões não lineares. As modalidades exemplificativas a seguir são enumeradas de maneira alfanumérica. Entretanto, nenhuma distinção em relação a qualquer noção de significância de qualquer uma das modalidades exemplificativas enumeradas aqui deve ser inferida, nem deve ser indicada, a partir desse leve desvio nos símbolos de enumeração. Por exemplo, as modalidades exemplificativas que são enumeradas de 1 a 240 acima e as modalidades exemplificativas que são alfanumericamente enumeradas de 1A a 22A abaixo e todas indicam uma ou mais modalidades exemplificativas da presente invenção.

[000383] 1A. Método, que compreende:

gerar um fluxo de vídeo codificado com um vídeo codificador, sendo que o fluxo de vídeo codificado compreende uma faixa dinâmica maior do que três (3) ordens de magnitude de luminância.

[000384] 2A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 1A, em que a geração do fluxo de vídeo codificado compreende gerar o fluxo de vídeo codificado em um formato de faixa dinâmica visual (VDR) de vídeo, sendo que o formato VDR inclui uma faixa de luminância e uma gama de cores visual (VCG) que um sistema visual humano pode perceber simultaneamente.

[000385] 3A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 2A em que a geração de um fluxo de vídeo codificado compreende compactar o vídeo de faixa dinâmica visual (VDR);

em que a compactação do vídeo de VDR compreende:

receber um fluxo de imagens de baixa faixa dinâmica (LDR) e um fluxo de imagens de VDR em um codec em camadas, em que o codec em camadas compreende ao menos um decodificador, um primeiro codificador, e um segundo codificador;

processar o fluxo de imagens de LDR em uma camada de base, em que o processamento do fluxo de imagens de LDR compreende ao menos uma operação com o primeiro codificador; e

processar o fluxo de imagens de VDR em uma camada de aprimoramento, em que o processamento do fluxo de imagens de VDR compreende ao menos uma operação com o segundo codificador.

[000386] 4A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 3A, que compreende adicionalmente inserir dados de um ou mais detalhes de uma imagem original no fluxo de imagens de VDR que foram perdidos como resultado da criação do fluxo de imagens LDR da imagem original.

[000387] 5A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 3A, que compreende adicionalmente:

aplicar ao menos uma operação de desperfilamento a dados de baixa faixa dinâmica;

realizar o mapeamento inverso de tons dos dados de baixa faixa dinâmica desperfilado;

produzir um residual com dados de alta faixa dinâmica ou dados de faixa dinâmica visual; e

processar o residual, em que o residual compreende uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica, ou uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica.

[000388] 6A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 1A em que a geração de um fluxo de vídeo codificado compreende codificar e decodificar informações de vídeo com um codec;

em que a codificação e decodificação de informações de vídeo com um codec compreendem:

receber um fluxo de imagens de baixa faixa dinâmica de entrada (LDR) no codificador;

codificar e decodificar o fluxo de imagens de LDR de entrada para produzir respectivamente um primeiro fluxo de bits de LDR codificado compactado e um fluxo de imagens de LDR decodificado; e

transformar o fluxo de imagens LDR decodificado em um espaço de faixa dinâmica visual (VDR) com um bloco de transformação do codificador.

[000389] 7A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 6A, que compreende adicionalmente:

em que o fluxo de bits de LDR codificado compactado compreende informações de baixa faixa dinâmica (LDR) dentro de uma camada de base do fluxo de bits codificado compactado e informações de faixa dinâmica visual (VDR) dentro de uma camada de aprimoramento do fluxo de bits codificado compactado.

[000390] 8A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 7A, em que a geração do fluxo de bits compactado no codificador compreende adicionalmente mitigar os artefatos de quantização na LDR transformada com um bloco de desperfilamento do codificador para produzir um primeiro fluxo de imagens LDR desperfilado.

[000391] 9A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 8A, em que transformar o fluxo de imagens LDR decodificado no espaço de faixa dinâmica visual (VDR) com o bloco de transformação do codificador compreende:

realizar a análise de mapeamento de tons (TM) entre o primeiro fluxo de imagens de LDR desperfilado e o fluxo de imagens de VDR para gerar parâmetros de mapeamento de tons;

realizar o mapeamento inverso de tons (ITM) no primeiro fluxo de imagens de LDR desperfilado; e

produzir um residual que é uma função de um resultado do mapeamento inverso de tons e um fluxo de imagens de faixa dinâmica visual de entrada (VDR).

[000392] 10A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 9A, que compreende adicionalmente produzir um fluxo de imagens de VDR de saída a partir de um decodificador do codec, que decodifica o fluxo de bits codificado compactado, em que produzir o fluxo de bits de VDR de saída a partir do decodificador compreende as etapas de:

- receber o fluxo de bits codificado compactado no decodificador;

- analisar o fluxo de bits codificado compactado recebido em um segundo fluxo de imagens de LDR, um fluxo de imagens de mapeamento de tons, e um segundo fluxo de imagens residual interno;

- decodificar o segundo fluxo de imagens de LDR interno; e

- transformar o segundo fluxo de imagens de LDR decodificado interno em um espaço de faixa dinâmica visual (VDR) no decodificador com um bloco de transformação do decodificador.

[000393] 11A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 10A em que a produção do fluxo de imagens de VDR de saída do decodificador compreende:

- produzir o fluxo de imagens de VDR de saída no decodificador que é uma função de um fluxo de imagens residual decodificado e processado e um resultado de um mapeamento inverso de tons do fluxo de imagens LDR decodificado;

- em que um ou mais entre uma análise de mapeamento de tons ou operação de mapeamento inverso de tons realizada com o codec compreende uma função de um ou mais entre:

- um operador de mapeamento de tons global parametrizado;

- um operador de mapeamento de tons local parametrizado;

um operador de mapeamento de tons global inverso parametrizado; ou

um operador de mapeamento de tons local inverso parametrizado.

[000394] 12A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 1A em que a geração de um fluxo de vídeo codificado compreende processar informações de vídeo;

em que o processamento das informações de vídeo compreende:

com um aparelho de codificação de vídeo, decodificar um primeiro fluxo de imagens que possui uma primeira faixa dinâmica para produzir um primeiro fluxo de bits decodificado; e

aplicar um operador de mapeamento de tons invertido ao primeiro fluxo de bits decodificado para realizar a predição de um segundo fluxo de imagens, sendo que o segundo fluxo de imagens possui uma segunda faixa dinâmica que é maior do que a primeira faixa dinâmica; e

produzir um fluxo de imagens de saída a partir do segundo fluxo de imagens.

[000395] 13A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 12A, em que a primeira faixa dinâmica compreende uma baixa faixa dinâmica (LDR) e a segunda faixa dinâmica compreende uma faixa dinâmica visual (VDR).

[000396] 14A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 12A, em que o operador de mapeamento de tons invertido compreende um ou mais entre:

um operador de mapeamento de tons invertido monotônico;

um operador de mapeamento de tons local invertido;

uma função que compreende uma pluralidade de curvas quadráticas; ou um ou mais parâmetros que corresponde a uma ou mais

entre uma operação de subexposição ou uma operação de superexposição.

[000397] 15A. Método de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 13A, que compreende adicionalmente computar um residual;

em que o residual compreende ao menos um entre:

uma diferença entre uma imagem de alta faixa dinâmica e uma predição de uma imagem de baixa faixa dinâmica; ou

uma diferença entre uma imagem de faixa dinâmica visual e a predição da imagem de baixa faixa dinâmica.

[000398] 16A. Sistema, que compreende:

meios para gerar um fluxo de vídeo codificado com um vídeo codificador, sendo que o fluxo de vídeo codificado compreende uma faixa dinâmica de mais de três (3) ordens de magnitude de luminância.

[000399] 17A. Aparelho para codificar informações de vídeo, que compreende:

um ou mais processadores; e

um meio de armazenamento legível de computador que compreende instruções, que quando executadas ou realizadas pelos processadores, induzem, controlam, programam ou configuram o aparelho de codificação para gerar um fluxo de vídeo codificado, sendo que o fluxo de vídeo codificado compreende uma faixa dinâmica de mais de três (3) ordens de magnitude de luminância.

[000400] 18A. Aparelho de decodificação de informações de vídeo, que compreende:

um ou mais processadores; e

um meio de armazenamento legível de computador que compreende instruções, que quando executadas ou realizadas pelos processadores, induzem, controlam, programam ou configuram o aparelho de decodificação para processar um fluxo de vídeo codificado

com um vídeo codificador, sendo que o fluxo de vídeo codificado compreende uma faixa dinâmica de mais de três (3) ordens de magnitude de luminância.

[000401] 19A. Sistema de computação, que compreende:

um ou mais processadores; e

um meio de armazenamento legível de computador que compreende instruções, que quando executadas ou realizadas pelos processadores, induzem, controlam, programam ou configuram o sistema de computação para executar ou realizar um ou mais entre:

um vídeo codificador que produz um fluxo de vídeo codificado, sendo que o fluxo de vídeo codificado compreende uma faixa dinâmica de mais de três (3) ordens de magnitude de luminância;

um vídeo decodificador que processa o fluxo de vídeo codificado que compreende a faixa dinâmica de mais de três (3) ordens de magnitude de luminância; ou

um processo para gerar um fluxo de vídeo codificado com um vídeo codificador, sendo que o fluxo de vídeo codificado compreende uma faixa dinâmica de mais de três (3) ordens de magnitude de luminância.

[000402] 20A. Uso de um sistema de computador, que compreende:

gerar um fluxo de vídeo codificado com um vídeo codificador, sendo que o fluxo de vídeo codificado compreende uma faixa dinâmica de mais de três (3) ordens de magnitude de luminância.

[000403] 21 A. Produto de meio de armazenamento legível de computador que compreende instruções codificadas com esse, que quando executadas ou realizadas com um ou mais processadores, induzem, controlam ou programam os processadores para induzir, controlar, executar, realizar, programar ou configurar um ou mais entre:

um processo para a geração de um fluxo de vídeo codificado com um vídeo codificador, sendo que o fluxo de vídeo codificado

compreende uma faixa dinâmica de mais de três (3) ordens de magnitude de luminância;

um método de acordo com uma ou mais Modalidades Exemplificativas Enumeradas 1A- 15 A ou 22 A;

um uso de um sistema de computador de acordo com a Modalidade Exemplificativa Enumerada 20A;

um sistema de acordo com uma ou mais Modalidades Exemplificativas Enumeradas 16A ou 19 A; ou

um aparelho de acordo com uma ou mais Modalidades Exemplificativas Enumeradas 17A ou 18A.

[000404] 22A. Métodos, sistemas, aparelho ou meio de armazenamento legível de computador de acordo com uma ou mais Modalidades Exemplificativas Enumeradas 2A ou 16 A- 20 A, inclusive, em que a faixa dinâmica de luminância compreende cinco (5) a seis (6) ordens de magnitude.

[000405] Os conceitos aqui também podem ser estendidos e aplicados em um vídeo multidimensional, como vídeo 3-D. As modalidades exemplificativas particulares da descrição foram descritas. Algumas modalidades da presente invenção são definidas, descritas e/ou citadas dentro do escopo das seguintes concretizações e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de geração de parâmetros de mapeamento de tons inverso (724), compreendendo as etapas de:

receber um primeiro fluxo de imagens (704) de uma primeira faixa dinâmica e um primeiro espaço de cores e um segundo fluxo de imagens (702) de uma segunda faixa dinâmica em um codec em camadas, em que:

a primeira faixa dinâmica é menor do que a segunda faixa dinâmica,

o primeiro fluxo de imagens (704) está em uma camada de base e o segundo fluxo de imagens (702) está em uma camada de aprimoramento, e

o codec em camadas compreende um decodificador (708) e um codificador (708);

codificar o primeiro fluxo de imagens (704) na camada de base utilizando o codificador (708) para obter um primeiro fluxo de imagens codificado (738);

decodificar o primeiro fluxo de imagens codificado (738) utilizando o decodificador (708) para obter um primeiro fluxo de imagens decodificado (710);

converter o primeiro fluxo de imagens decodificado (710) a partir do primeiro espaço de cores em um segundo espaço de cores do segundo fluxo de imagens para obter um fluxo de imagens convertido em cores decodificado (714); e

caracterizado pelo fato de que, para cada pixel de uma imagem do fluxo de imagens convertido em cores decodificado (714), gerar um respectivo parâmetro de mapeamento de tons inverso exclusivo (724) que parametriza uma função de mapeamento de tons da luminância log de um pixel do fluxo de imagens convertido em cores decodificado (714), em que a função de mapeamento de tons

compreende uma função quadrática da luminância log de um pixel do fluxo de imagens convertida em cores decodificado (714), a função quadrática fornecendo um mapeamento que se torna cada vez mais um formato de S à medida que o parâmetro de mapeamento de tons inverso exclusivo (724) aumenta, e em que o respectivo parâmetro de mapeamento de tons inverso exclusivo (724) é selecionado de modo que a função de mapeamento de tons produza uma aproximação da luminância log de um pixel que corresponde ao segundo pixel do segundo fluxo de imagens (702).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda:

aplicar pelo menos uma operação de desperfilamento ao fluxo de imagens coloridas decodificado (714) para obter um fluxo de imagens desperfilado (720);

em que a geração dos parâmetros de mapeamento de tons inverso (724) se baseia no fluxo de imagens desperfilado (720) e no segundo fluxo de imagens (714).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo fato de que** o respectivo parâmetro de mapeamento de tons inverso exclusivo (724) é μ , a luminância log de um pixel do fluxo de imagens convertido em cores decodificado (714) é L_D^{LDR} , a aproximação da luminância log de um pixel correspondente do segundo fluxo de imagens (702) é $L_D^{VDR/HDR}$ e a função quadrática é

$$L_D^{HDR/VDR} = \begin{cases} -T\mu + (1-2\mu)L_D^{LDR} - \frac{\mu}{T}(L_D^{LDR})^2, & L_D^{LDR} < -T \\ L_D^{LDR}, & -T \leq L_D^{LDR} \leq T \\ T\mu + (1-2\mu)L_D^{LDR} + \frac{\mu}{T}(L_D^{LDR})^2, & L_D^{LDR} > T \end{cases}.$$

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a geração dos parâmetros de mapeamento de tons inverso (724) se baseia no fluxo de imagens convertido em cores

decodificado (714), no segundo fluxo de imagens (702), e uma forma funcional (815), em que a forma funcional proporciona uma relação entre os parâmetros de mapeamento de tons inverso (724), o fluxo de imagens convertido em cores decodificado (714), e o segundo fluxo de imagens (702), em que a forma funcional compreende calcular erros mínimos quadrados para cada pixel no fluxo de imagens convertido em cores decodificado (714) e cada pixel no segundo fluxo de imagens (702) para estimar pelo menos um parâmetro de mapeamento de tons inverso (724).

5. Método de compactação de dados de vídeo, **caracterizado pelo fato de que** compreende as etapas de:

realizar o método de geração de parâmetros de mapeamento de tons inverso (724) conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 4;

realizar o mapeamento de tons inverso (ITM) no fluxo de imagens convertido em cores decodificado (714) para obter um fluxo de imagens previsto (726) como a aproximação do segundo fluxo de imagens e que tem a segunda faixa dinâmica;

determinar um residual (1103) entre o fluxo de imagens previsto (726) e o segundo fluxo de imagens (702); e

processar o residual (1103) para obter um fluxo de bits residual (1120),

em que o residual (1103) compreende uma diferença entre o fluxo de imagens previsto (714) e o segundo fluxo de imagens (702) e é adaptado para sinalizar para um decodificador codec.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** o processamento do residual (1103) compreende:

realizar a filtragem passa-baixo (1105) no residual (1103) para obter um residual filtrado;

realizar a subamostragem (1110) no residual filtrado para

obter um residual subamostrado; e

codificar (1115) o residual subamostrado para obter o fluxo de bits residual.

7. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda:

codificar o residual (1103) para obter um fluxo de bits residual (742); e

codificar os parâmetros de mapeamento de tons inverso (724) para obter um fluxo de bits de parâmetro de mapeamento de tons inverso (740);

em que o fluxo de imagens codificado (738), o fluxo de bits residual (742), e o fluxo de bits de parâmetro de mapeamento de tons inverso (740) são adaptados para serem sinalizados a um decodificador codec (748).

8. Método, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda:

codificar o residual (1103) para obter um fluxo de bits residual (742);

codificar os parâmetros de mapeamento de tons inverso (724) para obter um fluxo de bits de parâmetro de mapeamento de tons inverso (740); e

formatar o fluxo de imagens codificado (738), o fluxo de bits residual (742), e o fluxo de bits de parâmetro de mapeamento de tons inverso (740) com um bloco formatador (745) para obter um fluxo de bits compactado (750),

em que o fluxo de bits compactado (750) é adaptado para ser sinalizado a um decodificador codec (748).

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda produzir um fluxo de imagens de saída (795) da segunda faixa dinâmica a partir do decodificador codec

(748), que decodifica o fluxo de bits compactado (750), em que a produção do fluxo de imagens de saída (795) compreende:

receber o fluxo de bits compactado (750);

analisar (752) o fluxo de bits codificado compactado (750) em um terceiro fluxo de imagens (754) da primeira faixa dinâmica, um segundo fluxo de imagens de mapeamento de tons (780), e um segundo fluxo de imagens residual interno (758);

decodificar o terceiro fluxo de imagens (754) para obter um segundo fluxo de imagens interno decodificado (784),

decodificar o segundo fluxo de imagens de mapeamento de tons (780) para obter um segundo fluxo de imagens de mapeamento de tons decodificado (724), e

decodificar o segundo fluxo de imagens residual interno (758) para obter um segundo fluxo de imagens residual interno decodificado (798);

converter o segundo fluxo de imagens interno LDR decodificado (784) do primeiro espaço de cores ao segundo espaço de cores para obter um segundo fluxo de imagens LDR convertido em cores decodificado;

gerar uma representação de imagem de VDR do segundo fluxo de imagens de LDR convertido em cores para obter um segundo fluxo de imagens convertido em cores decodificado (790);

realizar o mapeamento de tons inverso (793) no segundo fluxo de imagens convertido em cores decodificado (790) com base no segundo fluxo de imagens de mapeamento de tons decodificado (724) para obter um segundo fluxo de imagens previsto da segunda faixa dinâmica; e

gerar o fluxo de imagens de saída (795) com base no segundo fluxo de imagens residual interno decodificado (798) e no segundo fluxo de imagens previsto.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda:

aplicar pelo menos uma operação de desperfilamento ao segundo fluxo de imagens transformado (790) para obter um segundo fluxo de imagens desperfilado (792),

em que a execução do mapeamento de tons inverso (793) é feita no segundo fluxo de imagens desperfilado (792) com base no segundo fluxo de imagens de mapeamento de tons decodificado (724).

11. Método para geração de um fluxo de bits de saída (795) a partir de um fluxo de bits de entrada (754), compreendendo as etapas de:

receber o fluxo de bits de entrada (754), um fluxo de bits de mapeamento de tons inverso (780) e um fluxo de bits residual (758), em que o fluxo de bits de entrada (754) é de uma primeira faixa dinâmica e um primeiro espaço de cores;

decodificar o fluxo de bits de entrada (754) para obter um fluxo de bits decodificado (784);

decodificar o fluxo de bits de mapeamento de tons inverso (780) para obter um fluxo de bits de mapeamento de tons inverso decodificado (724);

decodificar o fluxo de bits residual (758) para obter um fluxo de bits residual decodificado;

converter o fluxo de bits decodificado (784) do primeiro espaço de cores em um segundo espaço de cores do fluxo de bits de saída para obter um fluxo de imagens convertido em cores decodificado (790);

executar o mapeamento de tons inverso (793) no fluxo de imagens convertido em cores decodificado (790) com base nos parâmetros de mapeamento de tons inverso (724) do fluxo de bits de mapeamento de tons inverso decodificado (780) para obter um fluxo de

bits previsto de uma segunda faixa dinâmica do fluxo de bits de saída;
e

gerar o fluxo de bits de saída (795) com base no fluxo de bits residual decodificado (798) e no fluxo de bits previsto,

caracterizado pelo fato de que

a primeira faixa dinâmica é menor do que a segunda faixa dinâmica, e

o mapeamento de tons inverso (793) compreende, para cada pixel do fluxo de imagens convertido em cores decodificado (790), aplicar um respectivo parâmetro único dentre os parâmetros de mapeamento de tons inverso (724) em uma função de mapeamento de tons da luminância log de um pixel do fluxo de imagens convertido em cores decodificado (790), em que a função de mapeamento de tons compreende uma função quadrática da luminância log de um pixel do fluxo de imagens convertido em cores decodificado (714), a função quadrática fornecendo um mapeamento que se torna cada vez mais um formato de S à medida que o parâmetro de mapeamento de tons inverso exclusivo (724) aumenta, e em que o respectivo parâmetro de mapeamento de tons inverso exclusivo (724) faz com que a função de mapeamento de tons produza a luminância log de um pixel correspondente do fluxo de bits previsto da segunda faixa dinâmica do fluxo de bits de saída.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda:

aplicar pelo menos uma operação de desperfilamento ao fluxo de imagens convertido em cores decodificado (790) para obter um fluxo de imagens desperfilado (792),

em que a execução do mapeamento de tons inverso (793) é feita no fluxo de imagens desperfilado (792) com base no fluxo de bits de mapeamento de tons inverso decodificado (724).

13. Método, de acordo com a reivindicação 11 ou 12, **caracterizado pelo fato de que** o respectivo parâmetro de mapeamento de tons inverso exclusivo (724) é μ , a luminância log de um pixel do fluxo de imagens convertido em cores decodificado (790) é L_D^{LDR} , a luminância log de um pixel correspondente do fluxo de imagens previsto da segunda faixa dinâmminha do fluxo de bits de saída é $L_D^{VDR/HDR}$ e a função quadrática é

$$L_D^{HDR/VDR} = \begin{cases} -T\mu + (1-2\mu)L_D^{LDR} - \frac{\mu}{T}(L_D^{LDR})^2, & L_D^{LDR} < -T \\ L_D^{LDR}, & -T \leq L_D^{LDR} \leq T \\ T\mu + (1-2\mu)L_D^{LDR} + \frac{\mu}{T}(L_D^{LDR})^2, & L_D^{LDR} > T \end{cases}.$$

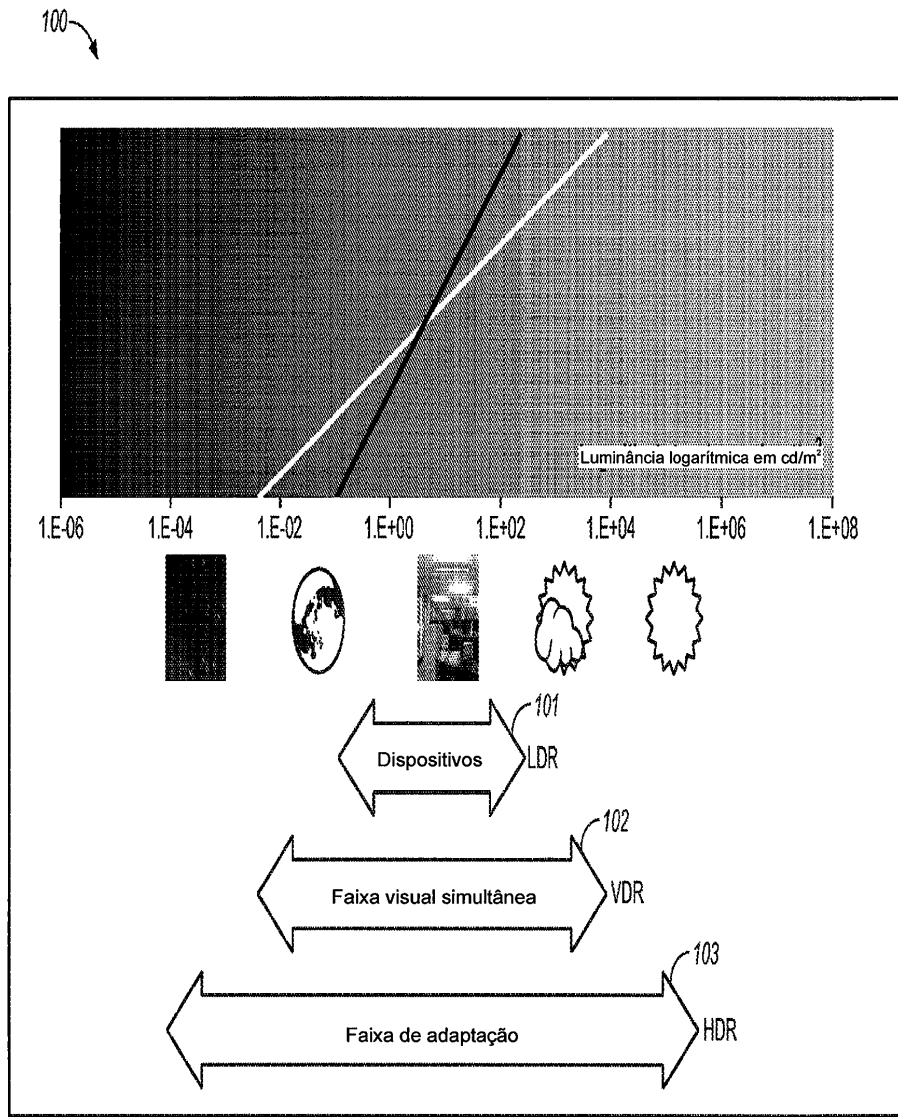


FIG. 1A

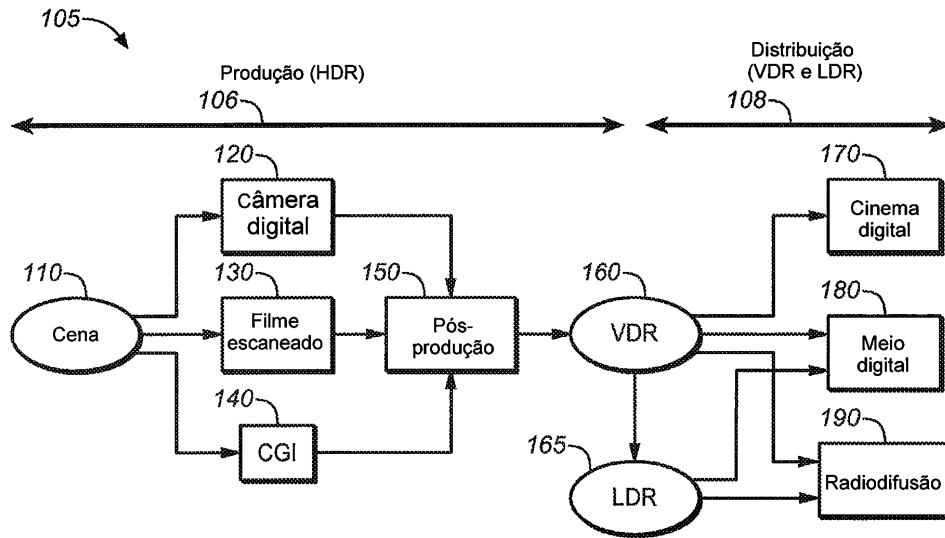


FIG. 1B

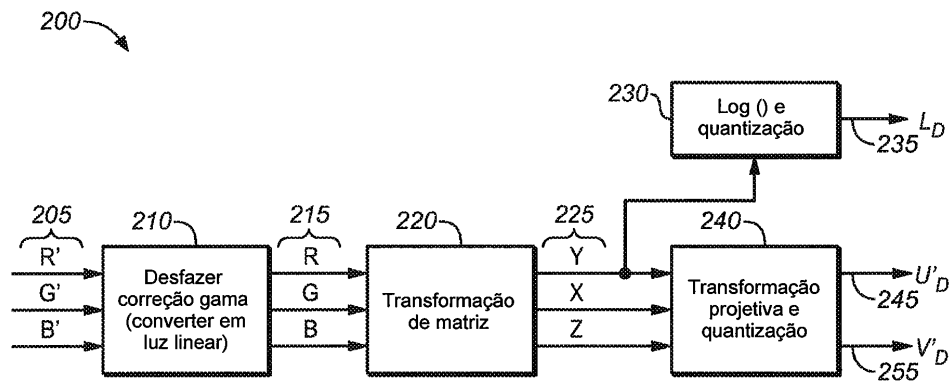
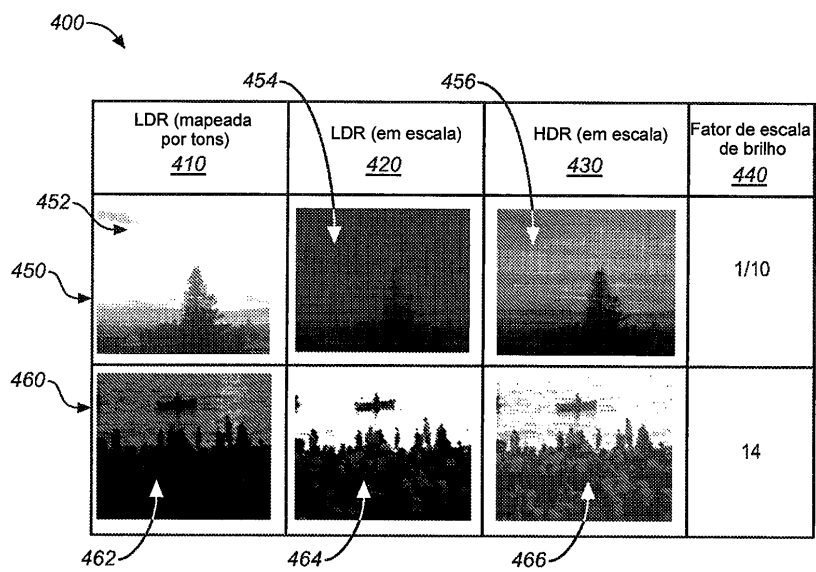
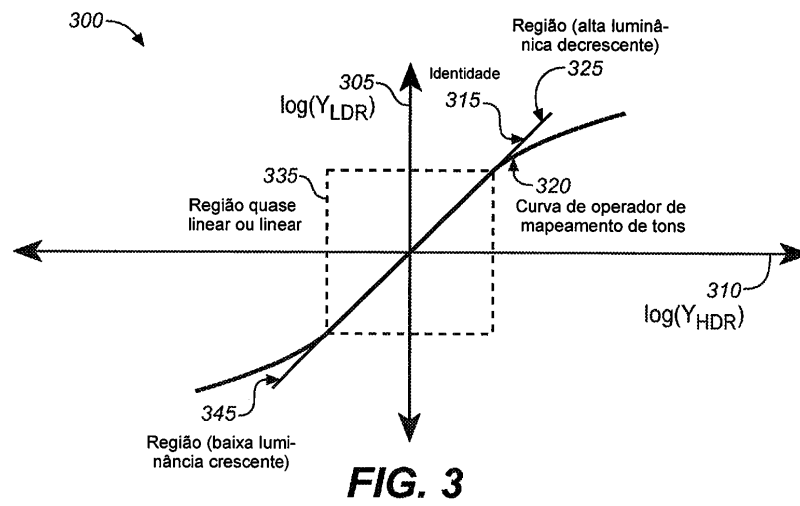


FIG. 2



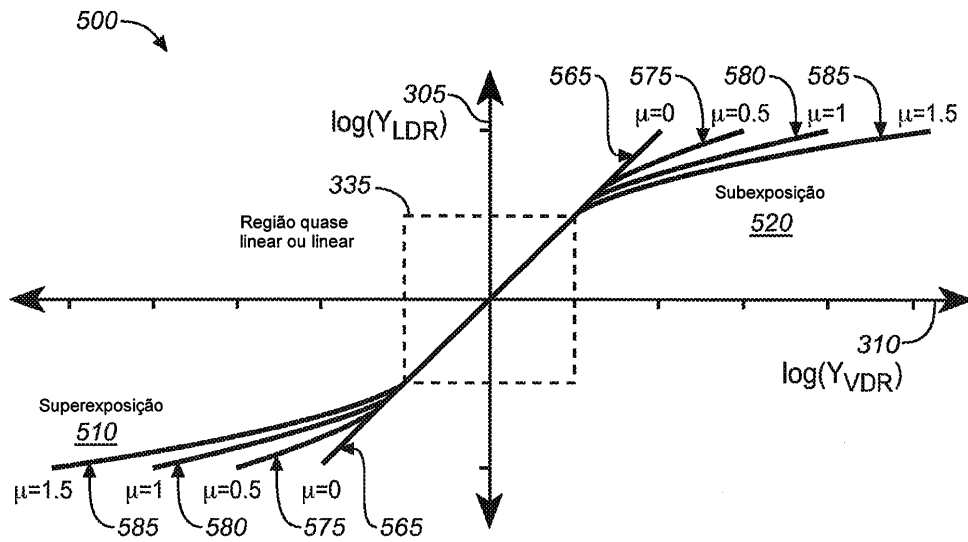


FIG. 5

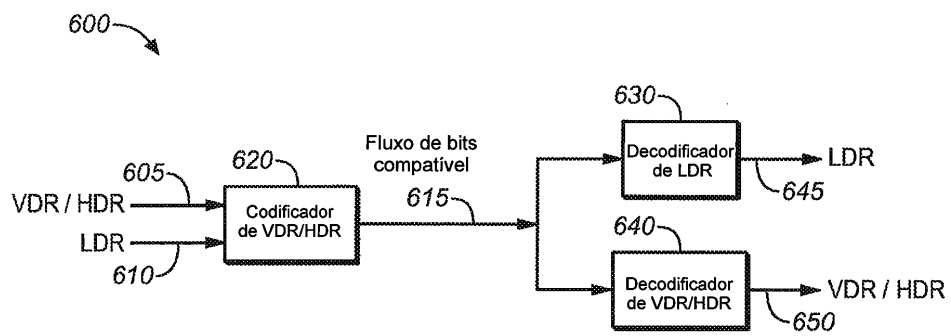
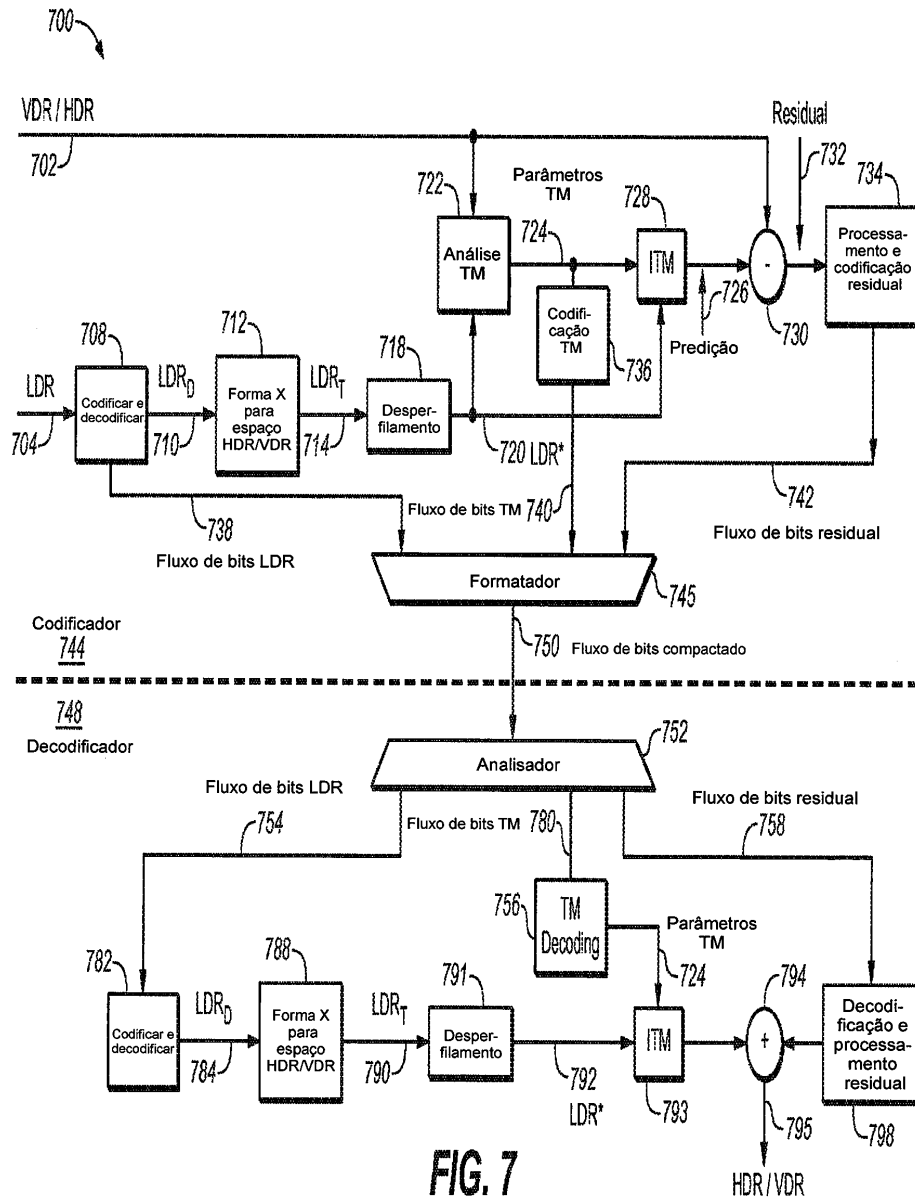
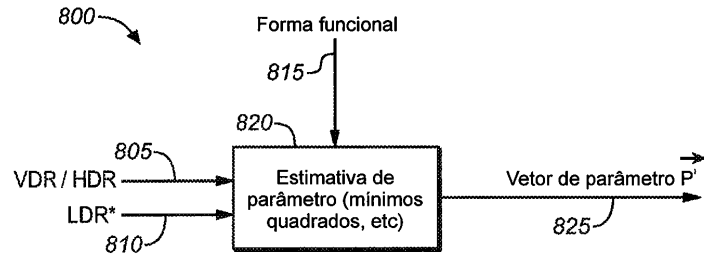
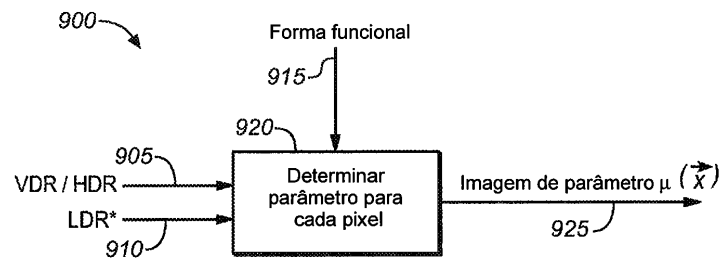
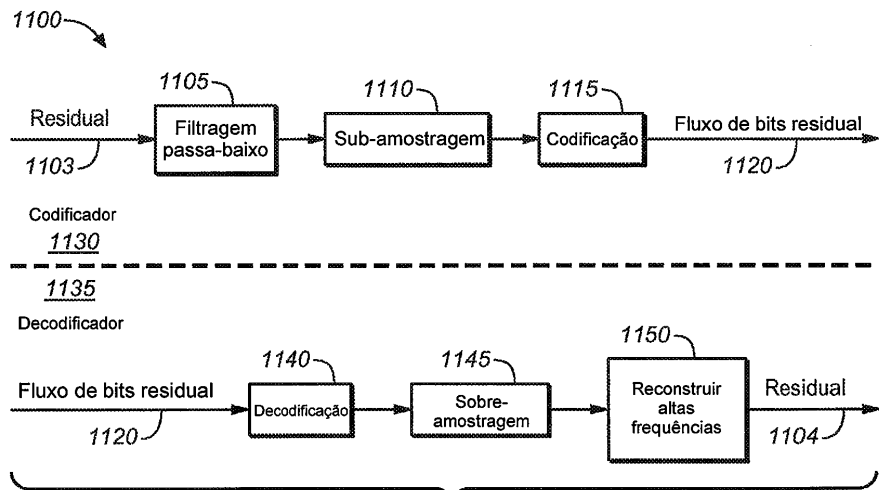
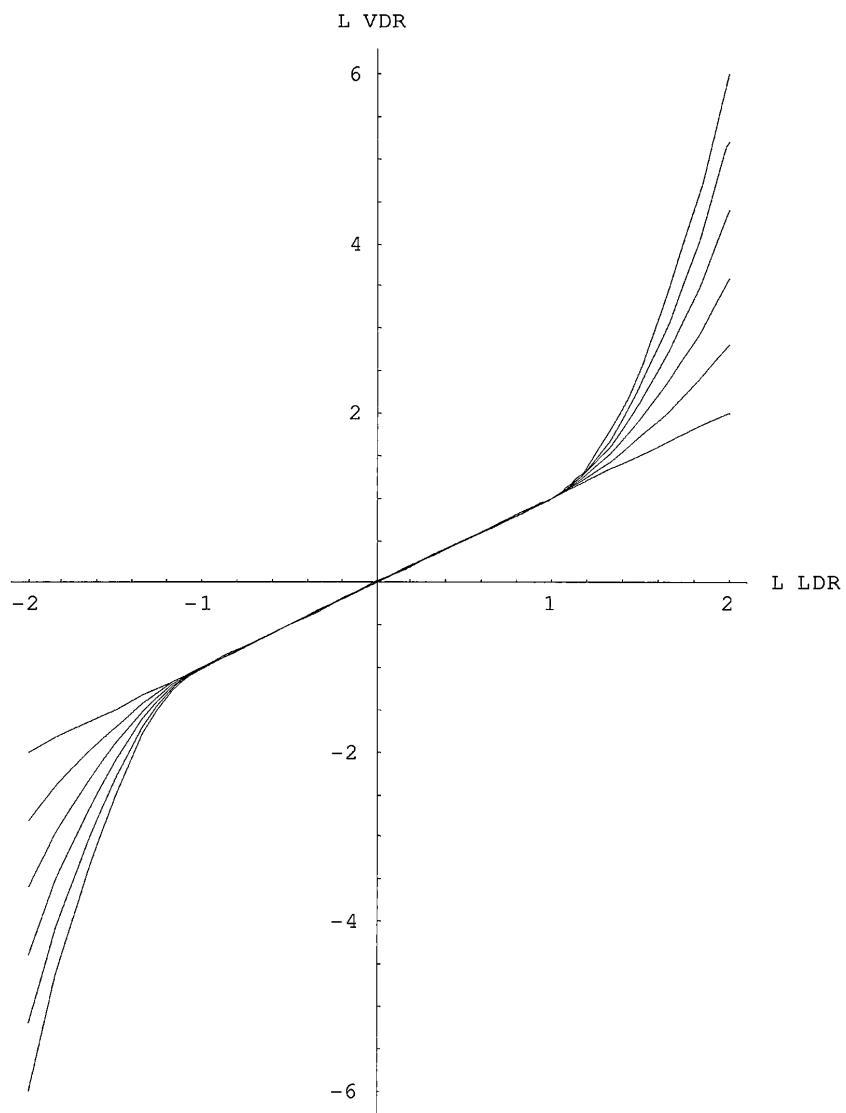


FIG. 6



**FIG. 8****FIG. 9****FIG. 11**

**FIG. 10**

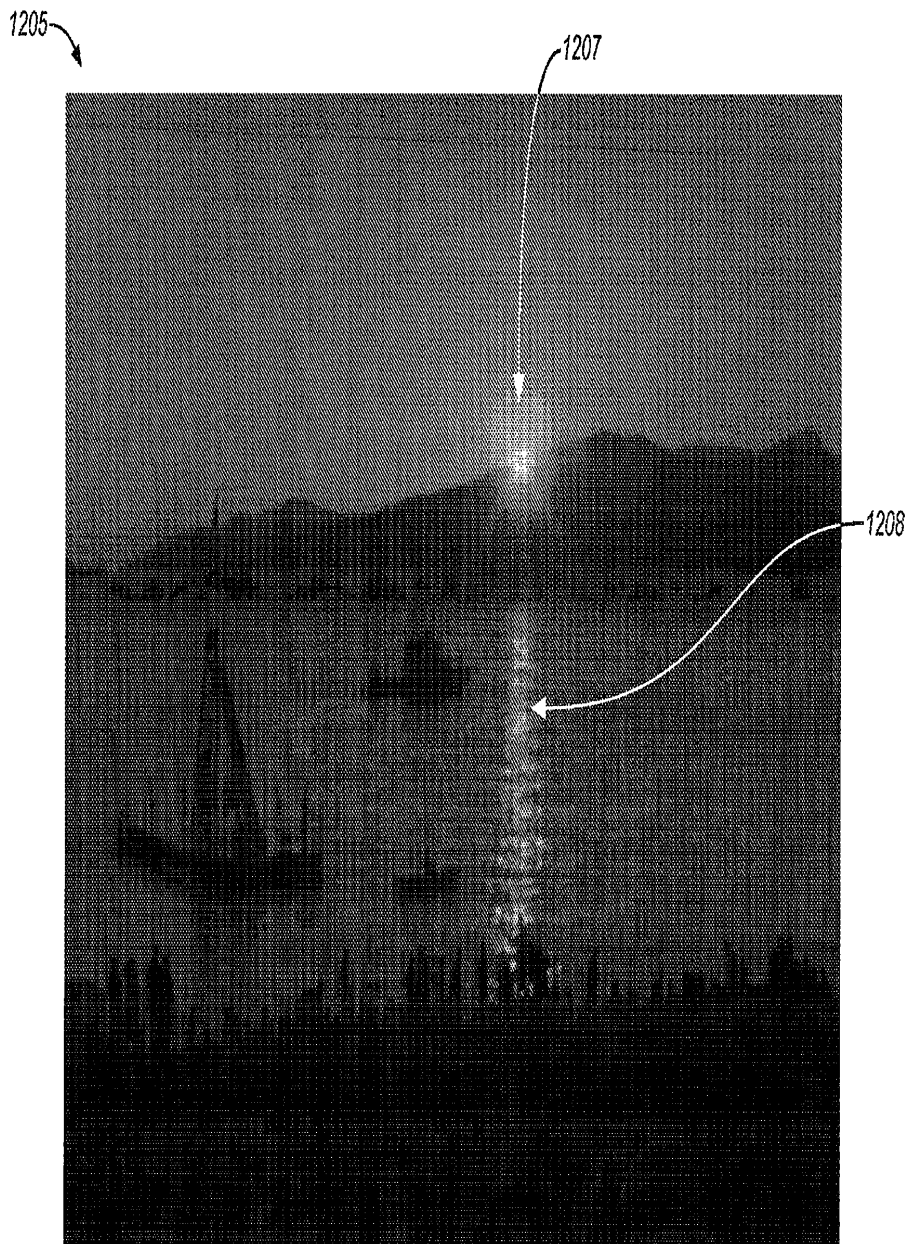


FIG. 12A

1220

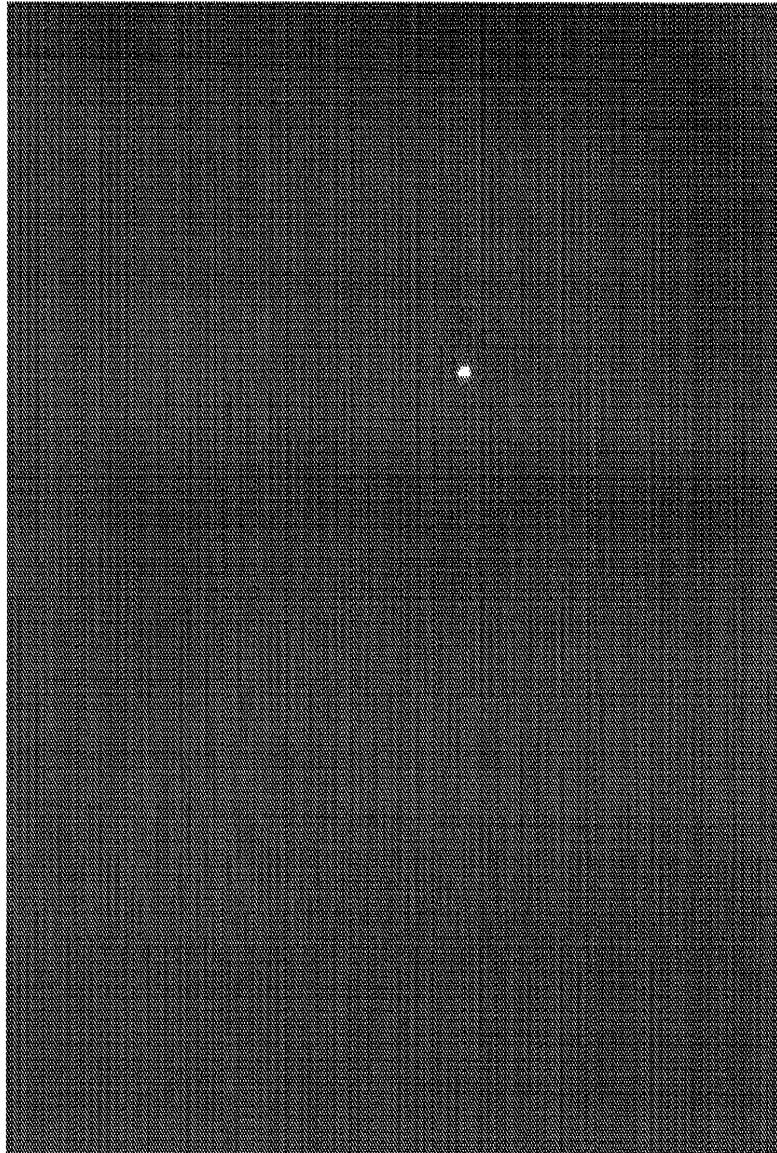


FIG. 12B

