



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

(11) BR 112012024955-0 B1



(22) Data do Depósito: 31/03/2011

(45) Data de Concessão: 07/12/2021

(54) Título: MÉTODO, APARELHO E MÍDIA LEGÍVEL POR PROCESSADOR PARA MAPAS DE DISPARIDADE 3D

(51) Int.Cl.: H04N 13/128.

(52) CPC: H04N 13/128.

(30) Prioridade Unionista: 11/06/2010 US 61/397,418; 31/03/2010 US 61/319,566.

(73) Titular(es): INTERDIGITAL CE PATENT HOLDINGS.

(72) Inventor(es): THIERRY BOREL; RALF OSTERMANN; WOLFRAM PUTZKE-ROEMING.

(86) Pedido PCT: PCT IB2011000708 de 31/03/2011

(87) Publicação PCT: WO 2011/121437 de 06/10/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/09/2012

(57) Resumo: MAPAS DE DISPARIDADE 3D. A presente invenção se refere a uma implementação particular que acessa um valor de disparidade em uma localização particular em uma imagem, o valor de disparidade que indica a disparidade em relação a uma resolução particular. A particular implementação modifica o valor de disparidade acessado com base nas múltiplas resoluções para produzir um valor de disparidade modificado. Outra implementação acessa um valor de disparidade para uma localização particular em uma imagem, a imagem que tem uma resolução particular, e o valor de disparidade que indica a disparidade em relação à outra resolução que é diferente da resolução particular e que se baseia em múltiplas resolução. Uma implementação adicional modifica o valor de disparidade acessado para produzir um valor de disparidade modificado que indica a disparidade em relação à resolução particular.

**"MÉTODO, APARELHO E MÍDIA LEGÍVEL POR PROCESSADOR PARA MAPAS
DE DISPARIDADE 3D"**

Referência Cruzada aos Pedidos Relacionados

Este pedido reivindica o benefício da data de depósito dos pedidos provisórios U.S.,
5 que são incorporados no presente documento a título de referência em sua totalidade para
todos os propósitos: (i) número de série 61/397.418, depositado em 11 de junho de 2010, e
intitulado "3D Disparity Maps", e (ii) número de série 61/319.566, depositado em 31 de mar-
ço de 2010, e intitulado "Dense Disparity Maps".

Campo da Técnica

10 Descrevem-se implementações que se referem a 3D. Diversas implementações
particulares se referem a mapas de disparidade para imagens de vídeo.

Antecedentes da Invenção

O vídeo estereoscópico proporciona duas imagens de vídeo, que incluem uma
imagem de vídeo esquerda e uma imagem de vídeo direita. As informações de profundidade
15 e/ou disparidade também podem ser proporcionadas para estas duas imagens de vídeo. As
informações de profundidade e/ou disparidade podem ser usadas em uma variedade de
operações de processamento nas duas imagens de vídeo.

Sumário da Invenção

De acordo com um aspecto geral, um valor de disparidade para uma localização
20 particular em uma imagem é acessado. O valor de disparidade indica a disparidade em re-
lação a uma resolução particular. O valor de disparidade acessado é modificado com base
em múltiplas resoluções para produzir um valor de disparidade modificado.

De acordo com outro aspecto geral, um sinal ou estrutura inclui uma porção de
disparidade que inclui um valor de disparidade para uma localização particular em uma
25 imagem. A imagem tem uma resolução particular. O valor de disparidade indica a dispara-
dade em relação à outra resolução que é diferente da resolução particular e que se baseia
em múltiplas resoluções. De acordo com outro aspecto geral, um valor de disparidade para

uma localização particular em uma imagem é acessado. A imagem tem uma resolução particular. O valor de disparidade indica a disparidade em relação à outra resolução que é diferente da resolução particular e que se baseia em múltiplas resoluções. O valor de disparidade acessado é modificado para produzir um valor de disparidade modificado que indica a

- 5 disparidade em relação à resolução particular.

Os detalhes de uma ou mais implementações são estabelecidos nos desenhos em anexo e na descrição abaixo. Mesmo se descritas de uma maneira particular, deve ficar claro que as implementações podem ser configuradas ou incorporadas de diversas maneiras. Por exemplo, uma implementação pode ser realizada como um método, ou incorporada

- 10 como um aparelho, tal como, por exemplo, um aparelho configurado para realizar um con-
junto de operações ou um aparelho que armazena instruções para realizar um conjunto de
operações, ou incorporado em um sinal. Outros aspectos e recursos se tornarão aparentes
a partir da seguinte descrição detalhada considerada em conjunto com os desenhos em
anexo e as reivindicações.

15 Breve Descrição dos Desenhos

A Figura 1 é uma representação pictórica de um valor de profundidade real para câmeras paralelas.

A Figura 2 é uma representação pictórica de um valor de disparidade.

A Figura 3 é uma representação pictórica da relação entre a profundidade e distância aparentes

A Figura 4 é uma representação pictórica de câmeras convergentes.

A Figura 5 é uma representação pictórica de oclusão nos pares de imagem de vídeo estereoscópico.

A Figura 6 é um diagrama de bloco/fluxograma que mostra uma implementação que tem um formato nativo e formato de transmissão diferentes.

A Figura 7 é uma representação tabular de um exemplo de uma representação de múltiplo comum de valores de disparidade.

A Figura 8 é um diagrama de bloco/fluxograma que mostra um exemplo de um processo para transmissão e uso de uma representação de múltiplo comum de valores de disparidade. A Figura 9 é um diagrama de bloco/fluxograma que mostra um exemplo de um sistema de transmissão que pode ser usado em uma ou mais implementações.

- 5 A Figura 10 é um diagrama de bloco/fluxograma que mostra um exemplo de um sistema de recepção que pode ser usado com uma ou mais implementações.

Descrição Detalhada

- Como uma pré-visualização de alguns dos recursos apresentados neste pedido, pelo menos uma implementação descreve o uso de valores de disparidade com base em 10 uma resolução consideravelmente maior que qualquer resolução maior da tela padrão. Neste pedido, o termo "resolução" geralmente se refere à resolução horizontal, e é medida, por exemplo, em número de pixels de uma tela ou número de blocos de pixels de uma tela, ou número de elementos de uma imagem digital. A resolução não-padrão é um número inteiro que é facilmente convertido em uma ou mais entre diversas resoluções de tela padrão. 15 Nesta implementação particular, a resolução de tela efetiva é o menor múltiplo comum de diversas resoluções de tela padrão. Os valores de disparidade para a resolução de tela efetiva são representados no formato de número inteiro. Os valores de disparidade são potencialmente grandes, como um resultado de serem baseados em uma resolução não-padrão grande. Todavia, as representações de número inteiro proporcionam a precisão de subpixel 20 quando os valores de disparidade forem descendenteamente convertidos até uma resolução de tela padrão.

- Referindo-se novamente à apresentação acima, a Figura 1 ilustra o conceito de profundidade em uma imagem de vídeo. A Figura 1 mostra uma câmera direita 105 com um sensor 107, e uma câmera esquerda 110 com um sensor 112. Ambas as câmeras 105, 110 25 são imagens de captura de um objeto 115. Para os propósitos de ilustração, o objeto 115 é uma cruz física, que tem um detalhe arbitrário 116 situado no lado direito da cruz (vide Figura 2). A câmera direita 105 tem um ângulo de captura 120, e a câmera esquerda 110 tem

um ângulo de captura 125. Os dois ângulos de capturas 120, 125 se sobrepõem em uma área estéreo 3D 130.

Devido ao fato de que o objeto 115 se encontra na área estéreo 3D 130, o objeto 115 é visível para ambas as câmeras 105, 110 e, portanto, o objeto 115 é capaz de ser percebido tendo uma profundidade. O objeto 115 tem uma profundidade real 135. A profundidade real 135 é geralmente referida como a distância do objeto 115 para as câmeras 105, 110. Mais especificamente, a profundidade real 135 pode ser referida como a distância do objeto 115 até uma linha de base de câmera estéreo 140, que é o plano definido pelo plano de pupila de entrada de ambas as câmeras 105, 110. O plano de pupila de entrada de uma câmera se encontra tipicamente dentro de uma lente de aumento e, portanto, não é fisicamente acessível de maneira típica.

As câmeras 105, 110 também são mostradas tendo um comprimento focal 145. O comprimento focal 145 é a distância do plano de pupila de saída até os sensores 107, 112. Para os propósitos de ilustração, o plano de pupila de entrada e o plano de pupila de saída 15 são mostrados como coincidentes, quando na maioria dos casos eles são ligeiramente separados. De maneira adicional, as câmeras 105, 110 são mostradas tendo um comprimento de linha de base 150. O comprimento de linha de base 150 é a distância entre os centros das pupilas de entrada das câmeras 105, 110 e, portanto, é medido na linha de base de câmera estéreo 140.

O objeto 115 é imaginado por cada uma das câmeras 105 e 110 como imagens reais em cada um dos sensores 107 e 112. Estas imagens reais incluem uma imagem real 17 do detalhe 116 no sensor 107, e uma imagem real 118 do detalhe 116 no sensor 112. Conforme mostrado na Figura 1, as imagens reais são viradas, como é conhecido na técnica.

A profundidade é estritamente relacionada à disparidade. A Figura 2 mostra uma imagem esquerda 205 capturada a partir da câmera 110, e uma imagem direita 210 capturada a partir da câmera 105. Ambas as imagens 205, 210 incluem a representação do objeto

115 com o detalhe 116. A imagem 210 inclui uma imagem detalhada 217 do detalhe 116, e
a imagem 205 inclui uma imagem detalhada 218 do detalhe 116. O ponto à direita distante
do detalhe 116 é capturado em um pixel 220 na imagem detalhada 218 na imagem esquerda
205 e é capturado em um pixel 225 na imagem detalhada 217 na imagem direita 210. A
5 diferença horizontal entre as localizações do pixel 220 e do pixel 225 é a disparidade 230.
Supõe-se que as imagens de objeto 27, 218 são registradas verticalmente, de modo que as
imagens do detalhe 116 tenham o mesmo posicionamento vertical em ambas as imagens
205, 210. A disparidade 230 proporciona uma percepção de profundidade ao objeto 215
quando as imagens esquerda e direita 205, 210 são visualizadas pelos olhos esquerdo e
10 direito, respectivamente, de um visualizador. A Figura 3 mostra a relação entre a disparida-
de e profundidade percebidas. Três observadores 305, 307, 309 são mostrados visualizando
um par de imagens estereoscópicas para um objeto nas respectivas telas 310, 320, 330.

O primeiro observador 305 visualiza uma vista esquerda 315 do objeto e uma vista
direita 37 do objeto que têm uma disparidade positiva. A disparidade positiva reflete o fato
15 de que a vista esquerda 315 do objeto se encontra à esquerda da vista direita 317 do objeto
na tela 310. A disparidade positiva resulta em um objeto percebido ou virtual 319 que apa-
rece atrás do plano da tela 310.

O segundo observador 307 visualiza uma vista esquerda 325 do objeto e uma vista
direita 327 do objeto que tem disparidade zero. A disparidade zero reflete no fato de que a
20 vista esquerda 325 do objeto se encontra na mesma posição horizontal que a vista direita
327 do objeto na tela 320. A disparidade zero resulta em um objeto percebido ou virtual 329
que parece se encontrar na mesma profundidade que a tela 320.

O terceiro observador 309 visualiza uma vista esquerda 335 do objeto e uma vista
direita 337 do objeto que têm uma disparidade negativa. A disparidade negativa reflete o
25 fato de que a vista esquerda 335 do objeto se encontra à direita da vista direita 337 do obe-
to na tela 330. A disparidade negativa resulta em um objeto percebido ou virtual 339 que
parece se encontrar na frente do plano da tela 330.

É importante notar neste ponto, que a disparidade e a profundidade podem ser usadas de maneira intercambiável nas implementações, exceto onde de outro modo indicadas ou requeridas pelo contexto. Usando-se a Equação 1, se sabe que a disparidade é inversamente proporcional à profundidade de cena.

$$D = \frac{f \cdot b}{d}$$

5

onde "D" descreve a profundidade (135 na Figura 1), "b" é o comprimento de linha de base (150 na Figura 1) entre duas câmeras de imagem estéreo, "f" é o comprimento focal para cada câmera (145 na Figura 1), e "d" é a disparidade para dois pontos de recurso correspondentes (230 na Figura 2).

10 A Equação 1 acima é válida para câmeras paralelas com o mesmo comprimento focal. Fórmulas mais complicadas podem ser definidas para outros cenários, porém, na maioria dos casos, a Equação 1 pode ser usada como uma aproximação. De maneira adicional, entretanto, a Equação 2 abaixo é válida pelo menos para diversas disposições de câmeras convergentes, como é conhecido por aqueles de conhecimento comum na técnica:

$$D = \frac{f \cdot b}{d_{\infty} - d}$$

15

d_{∞} é o valor de disparidade para um objeto na infinidade. d_{∞} depende do ângulo de convergência e do comprimento focal, e é expresso em metros (por exemplo) em vez de no número de pixels. O comprimento focal foi anteriormente discutido em relação à Figura 1 e ao comprimento focal 145. O ângulo de convergência é mostrado na Figura 4. A Figura 4 inclui a câmera 105 e a câmera 110 posicionadas em uma configuração convergente em vez da configuração paralela da Figura 1. Um ângulo 410 mostra as linhas de visão das câmeras 105, 110 convergentes, e o ângulo 410 pode ser referido como o ângulo de convergência.

Mapas de disparidade são usados para proporcionar informações de disparidade para uma imagem de vídeo. Um mapa de disparidade geralmente se refere a um conjunto de valores de disparidade com uma geometria que corresponde aos pixels na imagem de vídeo associada.

- 5 Um mapa de disparidade denso geralmente se refere a um mapa de disparidade com uma resolução espacial e uma resolução temporal que são tipicamente idênticas à resolução da imagem de vídeo associada. A resolução temporal se refere, por exemplo, à taxa de quadro, e pode ser, por exemplo, 50 Hz ou 60 Hz. Um mapa de disparidade denso, portanto, terá geralmente uma amostra de disparidade por localização de pixel. A geometria de
- 10 um mapa de disparidade denso será tipicamente igual àquela da imagem de vídeo correspondente, por exemplo, um retângulo que tem um tamanho horizontal e vertical, em pixels de:
- (i) 1920 x 1080 (ou 1920 x 1200),
 - (ii) 1440 x 1080 (ou 1440 x 900),
- 15 (iii) 1280 x 720 (ou 1280 x 1024, 1280 x 960, 1280 x 900, 1280 x 800),
- (iv) 960 x 640 (ou 960 x 600, 960 x 576, 960 x 540),
 - (v) 2048 x 1536 (ou 2048 x 1 152),
 - (vi) 4096 x 3072 (ou 4096 x 31 12, 4096 x 2304, 4096 x 2400, 4096 x 2160, 4096 x
- 768), ou
- 20 (vii) 8192 x 4302 (ou 8192 x 8192, 8192 x 4096, 7680 x 4320).

É possível que a resolução de um mapa de disparidade denso seja substancialmente igual, porém, diferente da resolução da imagem associada. Em uma implementação, as informações de disparidade nos limites de imagem são difíceis de serem obtidas. Portanto, nesta implementação, os valores de disparidade nos pixels limites não são incluídos

25 no mapa de disparidade, e o mapa de disparidade é menor que a imagem associada.

Um mapa de disparidade descendentemente amostrado geralmente se refere a um mapa de disparidade com uma resolução menor que a resolução de vídeo nativa (por

exemplo, dividida por um fator de quatro). Um mapa de disparidade descendente amostrado, por exemplo, terá um valor de disparidade por bloco de pixels.

Um mapa de disparidade esparso geralmente se refere a um conjunto de disparidades que corresponde a um número limitado de pixels (por exemplo, 1000) que é considerado facilmente rastreável na imagem de vídeo correspondente. O número limitado de pixels que é selecionado geralmente irá depender do próprio conteúdo. Existem frequentemente aumentos de um ou dois milhões de pixels em uma imagem (1280x720, ou 1920x1080). A escolha de subconjunto de pixel geralmente é efetuada de maneira automática ou semiautomática por uma ferramenta de rastreamento capaz de detectar pontos de recurso. As ferramentas de rastreamento estão prontamente disponíveis. Os pontos de recurso podem ser, por exemplo, pontos de borda ou canto em uma imagem que podem ser facilmente rastreados em outras imagens. Os recursos que representam bordas de contraste alto de um objeto são geralmente preferidos para o subconjunto de pixel.

Os mapas de disparidade, ou mais geralmente, as informações de disparidade, podem ser usados para uma variedade de operações de processamento. Tais operações incluem, por exemplo, interpolação visual (renderização) para ajustar o efeito 3D em um dispositivo de consumo, que proporciona colocação de legenda inteligente, efeitos visuais e inserção gráfica.

Em uma implementação particular, os gráficos são inseridos em um plano de fundo de uma imagem. Nesta implementação, uma apresentação 3D inclui uma entrevista de vídeo estereoscópico entre um transmissor de programas esportivos e um jogador de futebol, ambos os quais se encontram no primeiro plano. O plano de fundo inclui uma vista de um estádio. Neste exemplo, um mapa de disparidade é usado para selecionar pixels a partir da entrevista de vídeo estereoscópico quando os valores de disparidade correspondentes foram menores que (ou seja, mais próximos que) um valor predeterminado. Em contrapartida, os pixels são selecionados a partir de um gráfico se os valores de disparidade forem maiores que (ou seja, mais distantes que) o valor predeterminado. Isto permite, por exemplo, que

um diretor mostre os participantes da entrevista na frente de uma imagem gráfica, em vez de na frente do plano de fundo de estádio real. Em outras variações, o plano de fundo é substituído por outro ambiente, tal como, por exemplo, o campo durante uma repetição da jogada de pontuação mais recente do jogador.

- 5 Em uma implementação, o efeito 3D é suavizado (reduzido) com base em uma preferência de usuário. Para reduzir o efeito 3D (reduz o valor absoluto da disparidade), uma nova vista é interpolada usando as imagens de disparidade e vídeo. Por exemplo, a nova vista é posicionada em uma localização entre a vista esquerda e a vista direita existentes, e a nova vista substitui uma das vistas esquerdas e vistas direitas. Deste modo, o novo par de 10 imagens estereoscópicas tem um comprimento de linha de base menor e terá uma disparidade reduzida e, portanto, um efeito 3D reduzido.

Em outra implementação, a extração, em vez da interpolação, é realizada para exagerar a profundidade aparente e, deste modo aumentar o efeito 3D. Nesta implementação, a nova vista é extraída correspondendo a uma câmera virtual que tem um comprimento de linha de base aumentado em relação a uma das vistas esquerda e direita originais.

- 15 Em outro exemplo, os mapas de disparidade são usados para posicionar de maneira inteligente as legendas em uma imagem de vídeo, a fim de reduzir ou evitar o desconforto do visualizador. Por exemplo, uma legenda deve ter geralmente uma profundidade percebida que se encontra na frente de qualquer objeto que a legenda estiver ocultando. Entretanto, a profundidade percebida deve ter geralmente uma profundidade que seja comparável à região de interesse, e não muito longe na frente dos objetos que estão na região de interesse.

Para muitas operações de processamento 3D, um mapa de disparidade denso é preferido sobre um mapa de disparidade descendente amostrado ou um mapa de disparidade esparsa. Por exemplo, quando um mapa de disparidade for usado para permitir efeitos 3D controláveis pelo usuário, as informações de disparidade em uma base por pixel

geralmente serão preferidas. As informações de disparidade de base por pixel geralmente permitem que resultados melhores sejam obtidos, porque o uso de um mapa de disparidade esparso ou descendente amostrado pode degradar a qualidade de vistas sintetizadas.

Um valor de disparidade pode ser representado em uma variedade de formatos. Diversas

- 5 implementações usam o seguinte formato para representar um valor de disparidade para armazenamento ou transmissão:

(i) Número inteiro assinado: complemento 2s

(a) Valores de disparidade negativos indicam a profundidade que se encontra na frente da tela

10 (b) Zero é usado para o valor de disparidade para objetos no plano de tela.

(ii) Unidades de 1/8 pixel

(iii) 16 bits que representam o valor de disparidade

(a) Um faixa de disparidade típica varia entre +80 e -150 pixels. Isto geralmente é suficiente em uma tela de quarenta polegadas que tem uma resolução de 1920 ou 2048.

15 (b) Com precisão de 1/8 pixel, a faixa se encontra entre +640 e -1200 unidades, que podem ser representadas por 11 bits +1 bit para o sinal = 12 bits

(c) Para manter o mesmo efeito 3D em uma tela 8k (que pode ter aproximadamente quatro vezes a resolução horizontal de uma tela que tem 1920 ou 2048 pixels de largura), precisa-se tipicamente de dois bits adicionais para codificar a disparidade: $12+2 = 14$ bits

20 (d) Isto proporciona 2 bits para uso futuro

Ademais, diversas implementações que usam o formato acima também proporcionam um mapa de disparidade denso. Deste modo, para completar um mapa de disparidade denso para tais implementações, o formato de 16-bits acima é proporcionado para cada localização de pixel em uma imagem de vídeo correspondente.

25 A disparidade, e as variações de profundidade relacionadas, produzem oclusões entre diferentes vistas de uma cena. A Figura 5 mostra uma vista esquerda 510 e uma vista direita 520 que se combinam, no cérebro de um visualizador, para produzirem uma cena 3D

530. A vista esquerda 510, a vista direita 520 e a cena 3D 530 contém cada uma três objetos, que incluem um cilindro largo 532, um cilindro oval 534 e um cilindro fino 536. Entretanto, conforme mostrado na Figura 5, dois dos três objetos 532, 534, 536 sem encontram em diferentes localizações relativas em cada uma das vistas 510, 520 e da cena 3D 530. Aque-

- 5 les dois objetos são o cilindro largo 532 e o cilindro fino 536. O cilindro oval 534 se encontra na mesma localização relativa em cada uma das vistas 510, 520 e da cena 3D 530.

As diferentes localizações relativas produzem oclusões, conforme explicado pela seguinte discussão simplificada. A vista esquerda 510 é mostrada em uma imagem esquerda 540 que também revela as áreas oclusas 545 e 548. As áreas oclusas 545 e 548 são visíveis apenas na vista esquerda 510 e não na vista direita 520. Isto ocorre porque (i) a área na vista direita 520 que corresponde à área oclusa 545 é coberta pelo cilindro largo 532, e (ii) a área na vista direita 520 que corresponde à área oclusa 548 é coberta pelo cilindro estreito 536. De maneira similar, a vista direita 520 é mostrada em uma imagem direita 550 que também revela as duas áreas oclusas 555 e 558. As áreas oclusas 555, 558 são visíveis apenas na vista direita 520 e não na vista esquerda 510. Isto ocorre porque (i) a área na vista esquerda 510 que corresponde à área oclusa 555 é coberta pelo cilindro largo 532, e (ii) a área na vista esquerda 510 que corresponde à área oclusa 558 é coberta pelo cilindro estreito 536.

Supondo que as oclusões possam existir em um par de imagens estereoscópicas, é útil proporcionar dois mapas de disparidade para um par de imagens estereoscópicas. Em tal implementação, um mapa de disparidade esquerdo é proporcionado para uma imagem de vídeo esquerda, e um mapa de disparidade direito é proporcionado para uma imagem de vídeo direita. Algoritmos conhecidos podem ser usados para atribuir valores de disparidade à localização de pixels de cada imagem para a qual os valores de disparidade não podem ser determinados usando a abordagem de vetor de disparidade padrão. As áreas de oclusão, então, podem ser determinadas comparando-se os valores de disparidade esquerdo e direito. Como um exemplo da comparação de valores de disparidade esquerdo e direito, consi-

dera-se uma imagem de olho esquerdo e uma imagem de olho direito correspondente. Um pixel L se situa na linha N e tem uma coordenada horizontal X_L na imagem de olho esquerdo.

O pixel L é determinado a ter um valor de disparidade d_L . Um pixel R se situa em uma linha N da imagem de olho direito correspondente e tem uma coordenada horizontal mais próxima

- 5 $X_L + d_L$. O pixel R é determinado a ter um valor de disparidade d_R de cerca de $-d_L$. Então, com um alto grau de confiança, não existe oclusão em L ou R porque as disparidades correspondem umas às outras. Ou seja, ambos os pixels L e R apontam uns para os outros, geralmente, com suas disparidades determinadas.

Entretanto, se d_R não for substancialmente igual a $-d_L$, então, pode existir uma

10 occlusão. Por exemplo, se os dois valores de disparidade forem substancialmente diferentes,

após levar em consideração o sinal, então, geralmente existe um alto grau de confiança de que existe uma oclusão. A diferença substancial é indicada, em uma implementação, por $|d_L - d_R| > 1$.

De maneira adicional, se um dos valores de disparidade (d_R ou d_L) estiver indisponível, então, geralmente existe um alto grau de confiança de que existe uma oclusão. Um

- 15 valor de disparidade pode ser indisponível porque, por exemplo, o valor de disparidade não pode ser determinado. A oclusão geralmente se refere a uma das duas imagens. Por exemplo, a porção da cena mostrada pelo pixel associado à disparidade que tem a menor magnitude, ou mostrada pelo pixel que corresponde ao valor de disparidade indisponível, geralmente é considerada a ser oclusa na outra imagem.

20 Uma possibilidade para representar os valores de disparidade consiste em usar um número inteiro para representar o número de pixels de disparidade para uma determinada localização de pixel em uma imagem de vídeo. O valor de disparidade representa o número de pixels de disparidade para a resolução horizontal particular da imagem de vídeo. O valor

de disparidade, portanto, depende da resolução horizontal particular. Tais implementações

25 são úteis e podem ser efetivas.

Outras implementações, entretanto, requerem precisão de sub-pixel em valores de disparidade. Tais implementações usam geralmente números de ponto flutuante para re-

presentar valores de disparidade, de modo que as frações possam ser incluídas nos valores de disparidade. Diversas destas implementações proporcionam valores de disparidade que são específicos para uma determinada resolução horizontal. Estas implementações também são úteis e podem ser efetivas.

- 5 Algumas outras implementações representam valores de disparidade como um valor de porcentagem.

Portanto, em vez de representar a disparidade como um número de pixels, a disparidade é representada como uma porcentagem da resolução horizontal. Por exemplo, se a disparidade para uma determinada localização de pixel for dez pixels, e a resolução horizontal for 1920, então, o valor de disparidade de porcentagem é $(10/1920)*100$. Tais implementações também podem proporcionar precisão de sub-pixel na disparidade. Uma representação de valor de porcentagem é tipicamente uma representação de ponto flutuante, em vez de uma representação de número inteiro. Por exemplo, um pixel de disparidade em uma tela que tem uma resolução horizontal de 1920 é $1/1920$, que é 0,0005208 ou 0,05208%.

- 15 Ademais, tais valores de disparidade de porcentagem podem ser diretamente aplicados em outras resoluções horizontais. Por exemplo, supondo que (i) uma imagem de vídeo tenha uma resolução horizontal de 1920, (ii) a imagem de vídeo é transmitida para a caso de um usuário, e (iii) o dispositivo de exibição do usuário tem uma resolução horizontal de 1440. Neste cenário, o dispositivo de exibição do usuário (ou decodificador de sinais, ou 20 algum outro processador ou dispositivo de processamento) converte tipicamente a resolução horizontal da imagem de vídeo de 1920 a 1440, e também converte os valores de disparidade, de modo que os valores de disparidade correspondam a uma resolução horizontal de 1440. A conversão pode ser realizada, por exemplo, multiplicando-se o valor de disparidade de porcentagem pela resolução horizontal. Por exemplo, se a disparidade de porcentagem 25 para uma determinada localização de pixel for $\frac{1}{2}\%$, e a resolução horizontal for 1920, então, o valor de disparidade absoluto é $\frac{1}{2} * 1920/100$. Diversas destas implementações usam um valor de disparidade único, que é um valor de disparidade de porcentagem, na transmissão

e armazenamento de valores de disparidade, independente da resolução horizontal da imagem de vídeo e do mapa de disparidade. Tais implementações também são úteis, e podem ser efetivas.

- Conforme mencionado acima, um sistema de transmissão pode usar uma resolução horizontal no formato de transmissão que é diferente da resolução horizontal da imagem de vídeo. De maneira adicional, um sistema de recepção pode usar uma resolução horizontal diferente para exibir a imagem de vídeo. Deste modo, uma conversão a partir de uma resolução horizontal até outra resolução horizontal pode ser requerida. Tal conversão não somente altera a resolução da imagem de vídeo, mas, também requer que os valores de disparidade sejam ajustados. Tal conversão geralmente pode ser requerida para valores de disparidade absolutos, porém, não para valores de disparidade de porcentagem.

O exemplo a seguir proporciona mais detalhes sobre algumas das alternâncias entre diversas implementações:

- (i) Uma implementação formata o valor de disparidade como um valor absoluto (número de pixels) para uma determinada resolução de vídeo com uma precisão de $1/8^{\text{ésimo}}$ de um pixel (por exemplo, um objeto pode ter 10 pixels de disparidade em um conteúdo de vídeo que tem 1920 pixels horizontais).
- (ii) Existem muitas vantagens em tal sistema, que incluem simplicidade e facilidade de manipulação.
- (iii) Em tal sistema, 11 bits são usados: 8 bits para a parte inteira proporcionar até 255 pixels de disparidade, e 3 bits para a parte decimal (para obter $1/8^{\text{ésimo}}$ de precisão ou exatidão). Note que um bit de sinal também pode ser usado, ou o sistema pode proporcionar valores de disparidade de +/- 127 pixels.
- (iv) Se a imagem de vídeo precisa ser reformatada durante a transmissão, o mapa de disparidade também é reformatado, levando possivelmente à perda de informações. Por exemplo, referindo-se à Figura 6, uma implementação usa um formato nativo 610 que tem uma resolução horizontal de 1920 e um formato de transmissão 620 que é descendente-

mente amostrado para ter uma resolução horizontal de 1280 (ou 1440 em outra implementação). O mapa de profundidade ou disparidade, como a imagem de vídeo, é filtrado antes da sub-amostragem que leva tipicamente a uma perda de detalhes de profundidade. A filtragem ocorre em uma operação de filtragem e sub-amostragem 630. A operação de filtragem e sub-amostragem é aplicada às imagens de vídeo e às imagens de disparidade.

- 5 (v) Além disso, o novo valor de disparidade é convertido, e tipicamente corrompido. Por exemplo, após a amostragem descendente para reduzir a resolução do mapa de disparidade (ou seja, reduzir o número de valores de disparidade), os valores de disparidade são convertidos na resolução do formato de transmissão. O valor de disparidade de 10 pixels se torna 6,6666 quando passa de 1920 para 1280. Isto resulta, por exemplo, no arredondamento do valor em 6,625 uma vez que a parte decimal pode ser apenas um múltiplo de 0,125 (1/8).

- (vi) Após a transmissão, se a tela tiver 920 pixels de largura, o valor de disparidade final será de $6,625 \times 1920/1280 = 9,9375$. O valor de 9,9375 representa alguma distorção quando comparado ao valor original de 10. O valor de 9,9375 pode ser arredondado, para baixo ou até o número inteiro mais próximo, ou $1/8^{\text{ésimo}}$ mais próximo que, por exemplo, possivelmente cria perda de informações. A perda pode ser significativa se o valor foi arredondado para baixo.

Uma solução consiste em usar uma disparidade de porcentagem que pode ser comum a todas as resoluções horizontais. Tal implementação, descrita acima, apresenta vantagens e desvantagens. O uso de valores de disparidade de porcentagem permite que a operação de conversão antes da transmissão seja omitida.

Outra solução consiste em usar um valor inteiro que não é específico para nenhuma resolução comum. (Note que se supõe tipicamente que as imagens tenham sido verticalmente retificadas assim como recebam outro processamento. Consequentemente, é tipicamente suficiente discutir a disparidade em termos de deslocamento horizontal.) Esta solução propõe definir uma resolução de referência (ou resolução virtual) de 11.520 pixels, que

é referida neste pedido como o menor múltiplo comum ("SCM") de diversas resoluções horizontais de TV padrões (720, 960, 1280, 1440, 1920). Note que o SCM também é referido em diversas referências como o "múltiplo comum mais baixo" ou "mínimo múltiplo comum".

Pelo menos uma implementação desta solução SCM tem inúmeras vantagens, que

5 incluem o seguinte (outras implementações não precisam ter todas estas vantagens):

(i) Devido ao valor de disparidade ser um número inteiro, a determinação e armazenamento do valor de disparidade é simples, e o valor de disparidade é fácil de manipular e processar.

10 (ii) O valor de disparidade não é mais estritamente absoluto, porém, tem um aspecto relativo e, portanto, é independente da resolução de vídeo nativa.

(iii) Uma parte decimal não é requerida.

15 (iv) O valor de disparidade é similar a uma porcentagem porque é relativo, e independente da resolução de vídeo nativa. Entretanto, o valor de disparidade é um número inteiro, então, não existe necessidade aparente de codificar números complicados como 0,00868% para descrever o valor de disparidade mínimo. O valor de disparidade mínimo é um pixel, e 1/11.520 é 0,00868%.

(v) Não existe necessidade aparente de transcodificar o valor de disparidade durante o transporte porque o valor de disparidade se refere a 11.520.

20 (vi) Quando os valores de disparidade baseados em SCM chegam, por exemplo, no decodificador de sinais ("STB"), o STB calcula a disparidade absoluta real para uma determinada resolução de vídeo ao realizar uma operação muito simples, tal como, por exemplo:

(a) Disparidade / 6 para resolução 1920

(b) Disparidade / 8 para resolução 1440

(c) Disparidade/ 9 para resolução 1280

25 (d) Disparidade/ 12 para resolução 960

(vii) As informações de disparidade não são degradadas durante o transporte, des-de que não exista transcodificação, independente de quais canais são usados.

- (viii) Mesmo para resoluções de consumidor mais novas como 2k, 4k, 8k, a operação é simples de implementar, e é facilmente implementável em uma unidade de processamento STB. Note que 2k geralmente se refere às imagens que têm uma resolução de pixel horizontal de 2048, 4k geralmente se refere a 4096, e 8k geralmente se refere a 8192. As 5 operações são, por exemplo:
- (a) Disparidade x 8/45 para resolução 2048
 - (b) Disparidade x 16/45 para resolução 4096
 - (c) Disparidade x 32/45 para resolução 8192
- Na prática, uma ou mais implementações SCM (1) determinam os valores de disparidade para a resolução horizontal existente do conteúdo de vídeo correspondente, (2) convertem estes valores de disparidade na escala de 11.520 com uma multiplicação e/ou divisão simples para criar um valor de disparidade SCM, (3) armazenam e transmitem os valores de disparidade SCM sem transcodificação, e (4) convertem os valores de disparidade SCM recebidos na resolução da exibição de saída que usa uma multiplicação e/ou divisão simples. Devido ao fato de que não existe nenhuma transcodificação, esta solução geralmente pode não sofrer de perda de informações (por exemplo, perdas de arredondamento) devido à transcodificação. Note que a resolução do mapa de disparidade não é alterada pelo processo acima. De preferência, os valores de disparidade existentes (para a resolução existente) são escalonados, de modo que eles sejam baseados em, ou refletem uma resolução de referência (ou resolução virtual) que é diferente da resolução real. Diversas implementações criam valores de disparidade ao realizar uma operação matemática simples que é a inversa daquela descrita acima. Por exemplo, para criar um valor de disparidade SCM, o valor de disparidade absoluto recebido é multiplicado e/ou dividido por um ou dois números inteiros da seguinte maneira:
- 25 (i) disparidade $1920 * 6 =$ disparidade SCM
(ii) disparidade $1440 * 8 =$ disparidade SCM
(iii) disparidade $1280 * 9 =$ disparidade SCM

(iv) disparidade $1280 * 12 =$ disparidade SCM

(v) disparidade $2048 * 45/8 =$ disparidade SCM

(vi) disparidade $4096 * 45/16 =$ disparidade SCM

(vii) disparidade $8192 * 45/32 =$ disparidade SCM

5 A Figura 7 proporciona mais detalhes no processo de determinação de um menor múltiplo comum para diversas resoluções horizontais diferentes. Uma coluna 710 lista as resoluções horizontais diferentes. Uma coluna 720 lista os menores fatores das resoluções horizontais. Por exemplo, 960 é fatorado em $2^6 * 3 * 5$, onde 2^6 é 2 elevado a 6^a potência. Deste modo, $960 = 64 * 3 * 5$. Nota-se também, em relação à resolução horizontal de 1280,
10 que 3^0 é igual a um.

O menor múltiplo comum das primeiras quatro resoluções de 960, 1280, 1440 e 1920, é $2^8 * 3^2 * 5$, que é 11.520. A resolução 11.520 é usada com resoluções de 2k, 4k e 8k, multiplicando-se por uma potência apropriada de 2 e, então, dividindo-se pelos fatores 3^2 e 5 que não estão presentes em 2k, 4k e 8k. Note que a multiplicação por uma potência de 2 é
15 realizada, em diversas implementações, usando uma operação de deslocamento à esquerda de nível de bit, em vez de uma operação de multiplicação real. A Figura 7 inclui uma coluna 730 que proporciona a Equação de conversão para converter entre 11.520 e as diversas resoluções mostradas na coluna 610.

As Equações de conversão da coluna 630 podem ser usadas para escalarizar os
20 valores de disparidade com base nas resoluções suportadas por múltiplos tamanhos de tela comuns (o tamanho de tela que se refere ao tamanho físico da tela, medido, por exemplo, em polegadas ou centímetros). No exemplo da Figura 6, os valores de disparidade de entrada que são baseados, por exemplo, em uma resolução horizontal de 1920 são escalonados por um fator de seis para converter o valor de disparidade em um novo valor de disparidade que é baseado em uma resolução horizontal de 11.520. O novo valor de disparidade também se baseia nas resoluções horizontais de 960, 1280 e 1440 porque estas resoluções são acomodadas, e são usadas na determinação, pela resolução de 11.520.
25

Uma implementação alternada simplesmente usa uma resolução de disparidade de $11.520 * 2^5 = 368.640$. Nesta implementação alternada, nenhuma multiplicação é necessária para converter 368.640 de volta à resolução original.

O valor de 11.520 é usado para diversas implementações. Entretanto, outros valores 5 são usados em outras implementações. Em uma implementação, o valor 11.520 é duplicado em 23.040. Em uma segunda implementação, o valor 368.640 é duplicado em 737.280.

De maneira alternativa, um conjunto diferente de resoluções horizontais é usado em diversas implementações, que resultam em um SCM diferente. Por exemplo, em outra implementação 10 apenas as resoluções de saída 1920 e 1440 são de interesse e, portanto, a implementação usa um SCM de 5.760. Então, para gerar os valores de disparidade SCM, os valores de disparidade de resolução 1920 são multiplicados por um fator de 3, e os valores de disparidade da resolução 1440 são multiplicados por um fator de 4.

Deve ser claro que diversas implementações não são implementações SCM. Por 15 exemplo, mesmo o valor 11.520 não é o SCM de todas as sete resoluções listadas na coluna 710. De preferência, o valor 368.640 é o SCM. Todavia, as implementações descritas no pedido geralmente são referidas como implementações SCM mesmo se o valor de disparidade não for o menor múltiplo comum de todas as resoluções horizontais.

Note que as implementações SCM proporcionam a precisão de sub-pixel. Por 20 exemplo, para uma resolução 1920, os valores de disparidade usam um fator de 6 para converter em/a partir da resolução 11.520, que proporciona precisão de pixel $1/6^{\text{ésimo}}$. Mais especificamente, se o valor de disparidade baseado em 11.520 for 83, então, o valor de disparidade baseado em 1920 é $13 \frac{5}{6}$. Isto obviamente proporciona precisão de pixel $1/6^{\text{ésimo}}$. Isto proporciona diversas vantagens em termos de qualidade, assim como, a margem para necessidades futuras. Por exemplo, se a resolução 1920 for substituída pela resolução 2k, os valores de disparidade baseados em 11.520 ainda proporcionam uma precisão de sub-pixel de precisão de pixel $8/45^{\text{ésimo}}$, que é ligeiramente menos precisa que o pixel 25

$1/6^{\text{ésimo}}$ (7,5/45), porém, ainda mais precisa que o pixel $1/5^{\text{ésimo}}$ (9/45).

Pelo menos uma implementação que usa a resolução SCM de 11.520 opera com um formato de dois bytes (dezesseis bits). Uma faixa de disparidade típica muitas vezes varia entre +80 e -150 pixels em uma tela 1920 x 1080 (resolução). A multiplicação destes 5 números por seis, produz uma faixa de +480 a -900 na resolução de referência 11.520. Esta faixa de 1380 pode ser representada por onze bits ($2^{11} = 2048$). Uma implementação alternativa usa dez bits que representam o valor absoluto da disparidade (valor absoluto máximo de disparidade é 900), e um bit adicional que representa o sinal.

Ainda outra implementação conserva um bit ao considerar que o sinal da disparidade seja implícito. Por exemplo, a disparidade de pixels em uma vista esquerda é codificada, junto com o sinal da disparidade. Entretanto, supõe-se que a disparidade de pixels correspondentes em uma vista direita correspondente tenha o sinal oposto. 10

Outra implementação, a fim de ser capaz de proporcionar um mapa de disparidade denso por vista (tanto a vista esquerda como a vista direita) e, deste modo, reduzir problemas causados por oclusões, aloca um bit que indica a vista a qual o mapa de disparidade denso corresponde. 15

Outra implementação proporciona uma associação implícita entre uma imagem (uma imagem esquerda ou uma imagem direita) e um mapa de disparidade denso correspondente e, portanto, não precisa dedicar um bit a estas informações. As variações nestas 20 implementações usam um ou mais bits adicionais para introduzir outros tipos de mapas ou imagens. Tal implementação usa dois bits para indicar se o mapa é (i) um mapa de disparidade de imagem esquerda, (ii) um mapa de disparidade de imagem direita, (iii) um mapa de oclusão, ou (iv) um mapa de transparência. Uma implementação tem um formato de dezesseis bits, e usa 11 bits para indicar uma faixa de - 900 a +480, dois bits para indicar o tipo de 25 mapa, e tem três bits não usados.

A Figura 8 proporciona um diagrama de bloco/fluxograma que ilustra a operação de uma ou mais implementações. A Figura 8 também ilustra algumas das alternâncias entre

implementações diferentes.

A Figura 8 inclui uma cadeia de processamento 810 que processa vídeo. Uma imagem de vídeo 811 tem uma resolução horizontal de 1920. Entretanto, o formato de transmissão da cadeia de processamento 810 tem uma resolução horizontal de 1280. Consequentemente, a imagem de vídeo 811 é filtrada e descendente amostrada em uma operação 812 para produzir uma imagem de vídeo 813 que tem uma resolução horizontal de 1280. A filtragem e amostragem descendente são realizadas em conjunto na cadeia de processamento 810. Entretanto, outras implementações realizam a filtragem e a amostragem descendente separadamente. A filtragem é usada, por exemplo, no filtro passa baixa da imagem de vídeo 811 com o objetivo de evitar a distorção (aliasing) quando a imagem de vídeo 811 for descendente amostrada. A imagem de vídeo 813 é conduzida em uma operação de transmissão e/ou armazenamento 814.

Um lado de recepção da cadeia 810 acessa uma imagem de vídeo recebida 815, que pode ser igual, similar ou diferente da imagem de vídeo 813. Por exemplo, em uma implementação, a imagem de vídeo 815 é uma versão armazenada da imagem de vídeo 813.

De maneira adicional, em outra implementação, a imagem de vídeo 815 representa uma versão reconstruída da imagem de vídeo 813 após as operações de codificação e decodificação de fonte (não mostradas). Ademais, em ainda outra implementação, a imagem de vídeo 815 representa uma versão de erro corrigida da imagem de vídeo 813 após as operações de codificação e decodificação de canal (que inclui correção de erro) (não mostradas). A imagem de vídeo 815 é processada em uma operação de amostragem ascendente 816 que produz uma imagem de vídeo 817 que tem a resolução horizontal 1920, como na imagem de vídeo original 811.

A Figura 8 também inclui uma cadeia de processamento 820 que processa imagens de disparidade que correspondem às imagens de vídeo processadas na cadeia 810. Uma imagem de disparidade 821 tem uma resolução horizontal de 1920, e inclui valores de disparidade avaliados em número inteiro com base em uma resolução de 11.520. Note que

uma imagem de disparidade se refere geralmente a qualquer acúmulo de informações de disparidade, tal como, por exemplo, um mapa de disparidade denso, um mapa de disparidade reduzido ou um mapa de disparidade esparso. Ademais, o mapa de disparidade pode corresponder, por exemplo, a uma imagem, um quadro, um campo, uma fatia, um macro-

- 5 bloco, uma partição ou alguma outra coleção de informações de disparidade.

Entretanto, o formato de transmissão da cadeia de processamento 820 tem uma resolução horizontal de 1280. Consequentemente, a imagem de disparidade 821 é filtrada e descendente amostrada em uma operação 822 para produzir uma imagem de disparidade 823 que tem uma resolução horizontal de 1280. A filtragem e amostragem descen-

- 10 dente são realizadas em conjunto na cadeia de processamento 820. Entretanto, outras implementações realizam a filtragem e amostragem descendente separadamente. A filtragem é usada, por exemplo, no filtro passa baixa dos valores de disparidade da imagem de disparidade 821 com o objetivo de evitar a distorção quando a imagem de disparidade 821 for descendente amostrada.

- 15 Os valores de disparidade da imagem de disparidade 823 são valores inteiros. Isto pode ser realizado de diversas maneiras. Em uma implementação, o resultado das operações de filtragem e amostragem descendente é arredondado no número inteiro mais próximo. Em outra implementação, qualquer porção fracionaria é simplesmente descartada. Ainda outra implementação usa uma representação de ponto flutuante para os valores de disparidade da imagem de disparidade 823. Note que os valores de disparidade ainda são baseados em uma resolução de 11.520 mesmo após a filtragem e amostragem descendente produzirem uma resolução para a imagem de disparidade 823 de 1280.

- A imagem de disparidade 823 é convertida em uma operação de transmissão e/ou armazenamento 824. Um lado de recepção da cadeia 820 acessa uma imagem de disparidade recebida 825. A imagem de disparidade 825 pode ser igual, similar ou diferente da imagem de disparidade 823. Por exemplo, em uma implementação, a imagem de disparidade 825 é uma versão armazenada da imagem de disparidade 823. De maneira adicional,

em outra implementação, a imagem de disparidade 825 representa uma versão reconstruída da imagem de disparidade 823 após as operações de codificação e decodificação de fonte (não mostradas). Ademais, em ainda outra implementação, a imagem de disparidade 825 representa uma versão de erro corrigida da imagem de disparidade 823 após as operações

- 5 de codificação e decodificação de canal (que incluem correção de erro) (não mostradas). Os valores de disparidade na imagem de disparidade 825 permanecem como números inteiros, entretanto, usando-se, por exemplo, o arredondamento se necessário.

A imagem de disparidade 825 é processada em uma operação de amostragem ascendente 826 para produzir uma imagem de disparidade 827 que tem a resolução horizontal

- 10 1920, como na imagem de disparidade original 821. A operação 826 produz valores inteiros para a imagem de disparidade 827, usando, por exemplo, arredondamento ou truncamento.

Os valores de disparidade da imagem de disparidade 827 são convertidos, em uma operação de conversão 828, que é baseada a partir de uma resolução de 11.520 até uma resolução de 1920. A operação de conversão 828 divide cada valor de disparidade por seis,

- 15 conforme explicado acima. A operação de conversão 828 produz uma imagem de disparidade 829. Os valores de disparidade da imagem de disparidade 829 são representados como números de ponto flutuante a fim de preservar a precisão de sub-pixel.

Deve ser claro que a cadeia de processamento 820 inclui pelo menos vantagens significativas. Em primeiro lugar, os valores de disparidade são números inteiros ao longo da

- 20 cadeia 820 até a imagem de disparidade final 829 ser proporcionada. Em segundo lugar, os valores de disparidade reais não são transcodificados, apesar do fato de que a resolução horizontal do formato de transmissão é diferente da resolução horizontal do mapa de disparidade nativo 821. Deste modo, os valores de disparidade são aplicáveis a uma variedade de resoluções horizontais diferentes.

- 25 Um sistema de recepção, então, processa a imagem de vídeo 817, usando a imagem de disparidade 829. O processamento pode incluir, conforme anteriormente explicado, ajuste de efeitos 3D, posicionamento de legendas, inserção de gráficos ou realização de

efeitos visuais.

A Figura 8 também mostra uma cadeia de processamento 830 para propósitos de comparação. A cadeia de processamento 830 também processa imagens de disparidade que correspondem às imagens de vídeo processadas na cadeia 810. A cadeia de processamento 830 é uma alternativa para a cadeia de processamento 820. Deve ser claro que toda a cadeia 830 não é mostrada a fim de simplificar a Figura 8, conforme será explicado abaixo.

Uma imagem de disparidade 831 tem uma resolução horizontal de 1920, e inclui valores de disparidade baseados em porcentagem que têm uma representação de ponto flutuante. Entretanto, o formato de transmissão da cadeia de processamento 830 tem uma resolução horizontal de 1280. Consequentemente, a imagem de disparidade 831 é filtrada e descendente amostrada em uma operação 832 para produzir uma imagem de disparidade 833 que tem uma resolução horizontal de 1280. A operação 832 pode ser análoga, por exemplo, à operação de filtragem e amostragem descendente 812 ou 822. Os valores de disparidade baseados em porcentagem da imagem de disparidade 833 continuam a ser representados em um formato de ponto flutuante.

O restante da cadeia de processamento 830 (não mostrada) reflete aquele da cadeia de processamento 820. A imagem de disparidade 833 é conduzida em uma operação de transmissão e/ou armazenamento. Um lado de recepção da cadeia 830 acessa uma imagem de disparidade recebida. A imagem de disparidade recebida é ascendentemente amostrada em uma resolução horizontal de 1920 e, então, os valores de disparidade são convertidos a partir da resolução baseada em porcentagem até ser baseada em uma resolução de 1920. A operação de conversão é uma multiplicação da porcentagem vezes 1920, conforme explicado acima. Em contrapartida à cadeia de processamento 820, entretanto, os valores de disparidade das imagens de disparidade na cadeia de processamento 830 sempre são representados no formato de ponto flutuante.

A Figura 8 também mostra uma cadeia de processamento 840 para propósitos de

comparação. A cadeia de processamento 840 também processa imagens de disparidade que correspondem às imagens de vídeo processadas na cadeia 810. A cadeia de processamento 840 é uma alternativa à cadeia de processamento 820. Deve ser claro que toda a cadeia 840 não é mostrada a fim de simplificar a Figura 8, conforme será explicado abaixo.

5 Uma imagem de disparidade 841 tem uma resolução horizontal de 1920, e inclui valores de disparidade baseados na resolução 1920 e que têm uma representação de ponto flutuante. Entretanto, o formato de transmissão da cadeia de processamento 840 tem uma resolução horizontal de 1280. Consequentemente, a imagem de disparidade 841 é filtrada descendente amostrada em uma operação 842 para produzir uma imagem de disparidade 843 que tem uma resolução horizontal de 1280. A operação 842 pode ser análoga, por exemplo, à operação de filtragem e amostragem descendente 812, 822, ou 823. Os valores de disparidade da imagem de disparidade 843 continuam a ser representados em um formato de ponto flutuante.

10 Os valores de disparidade da imagem de disparidade 843 são, então, convertidos, em uma operação de conversão 850, para produzir uma imagem de disparidade 860. A operação de conversão 850 converte os valores de disparidade que são baseados a partir de uma resolução horizontal de 1920 até serem baseados em uma resolução horizontal de 1280. Os valores de disparidade da imagem de disparidade 860 continuam a ser representados em um formato de ponto flutuante.

15 O restante da cadeia de processamento 840 (não mostrada) reflete aquele da cadeia de processamento 820. A imagem de disparidade 860 é conduzida em uma operação de transmissão e/ou armazenamento. Um lado de recepção da cadeia 840 acessa uma imagem de disparidade recebida. A imagem de disparidade recebida é ascendentemente amostrada em uma resolução horizontal de 1920 e, então, os valores de disparidade são convertidos com base em uma resolução de 1280 até serem baseados em uma resolução de 1920. A operação de conversão envolve a multiplicação dos valores de disparidade por 1920/1280. Como no caso da cadeia de processamento 830, e em contrapartida à cadeia de

processamento 820, os valores de disparidade das imagens de disparidade na cadeia de processamento 840 sempre são representados no formato de ponto flutuante.

Em outra implementação da cadeia de processamento 840, a operação de conversão 850 não é realizada. Deste modo, os valores de disparidade da imagem de disparidade 5 843 permanecem como valores de disparidade que são baseados em uma resolução horizontal de 1920. Entretanto, a resolução horizontal da imagem de disparidade 843 permanece como 1280. Deste modo, esta implementação impede a conversão antes da transmissão, e possivelmente impede uma reconversão após a recepção ou recuperação. O impedimento da conversão e reconversão também impede erros de arredondamento pelo menos em algumas implementações. Esta implementação, como todas as outras implementações neste 10 pedido, tem vantagens e pode ser útil. Entretanto, os valores de disparidade são representados com números de ponto flutuante ao longo da implementação.

Referindo-se agora à Figura 9, um sistema ou aparelho de transmissão de vídeo 900 é mostrado, no qual os recursos e princípios descritos acima podem ser aplicados. O 15 sistema ou aparelho de transmissão de vídeo 900 pode ser, por exemplo, um sistema de cabeceira (head-end) ou de transmissão para transmitir um sinal que usa qualquer um entre uma variedade de meios, tais como, por exemplo, satélite, cabo, linha telefônica ou radiodifusão terrestre. O sistema ou aparelho de transmissão de vídeo 900 também ou, de maneira alternativa, pode ser usado, por exemplo, para proporcionar um sinal para armazenamento. 20 A transmissão pode ser proporcionada através da Internet ou alguma outra rede. O sistema ou aparelho de transmissão de vídeo 900 é capaz de gerar e distribuir, por exemplo, conteúdo de vídeo e outro conteúdo, tais como, por exemplo, indicadores de profundidade que incluem, por exemplo, valores de profundidade e/ou disparidade. Também deve ser claro que os blocos da Figura 9 proporcionam um fluxograma de um processo de transmissão de 25 vídeo, além de proporcionar um diagrama de bloco de um sistema ou aparelho de transmissão de vídeo. O sistema ou aparelho de transmissão de vídeo 900 recebe vídeo de entrada a partir de um processador 901. Em uma implementação, o processador 901 proporciona

simplesmente imagens de resolução original, tais como, imagens de disparidade 821, 831, 841 e/ou a imagem de vídeo 811, para o sistema ou aparelho de transmissão de vídeo 900. Entretanto, em outra implementação, o processador 901 é um processador configurado para realizar a filtragem e amostragem descendente, por exemplo, conforme descrito acima em

5 relação às operações 812, 822, 832, 842 que produz imagens, tais como, a imagem de vídeo 813 e/ou as imagens de disparidade 823, 833, 843. Em ainda outra implementação, o processador 901 é configurado para realizar a conversão de disparidade, tal como, por exemplo, a operação 850, para produzir uma imagem de disparidade com os valores de disparidade convertidos, tal como, por exemplo, a imagem de disparidade 860. O processador 901 também pode proporcionar metadados para o sistema ou aparelho de transmissão de vídeo 900 que indica, por exemplo, a resolução horizontal de uma imagem de entrada, a resolução horizontal na qual os valores de disparidade se baseiam, se os valores de disparidade se baseiam em uma porcentagem ou um múltiplo comum, e outras informações que descrevem uma ou mais das imagens de entrada.

10 O sistema ou aparelho de transmissão de vídeo 900 inclui um codificador 902 e um transmissor 904 capazes de transmitir o sinal codificado. O codificador 902 recebe informações de vídeo a partir do processador 901. As informações de vídeo podem incluir, por exemplo, imagens de vídeo e/ou imagens de disparidade (ou profundidade). O codificador 902 gera um sinal codificado baseado nas informações de vídeo e/ou de disparidade. O codificador 902 pode ser, por exemplo, um codificador AVC. O codificador AVC pode ser aplicado nas informações de vídeo e de disparidade. AVC se refere a International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission (ISO/I EC) Moving Picture Experts Group-4 (MPEG-4) Part 10 Advanced Video Coding (AVC) standard/International Telecommunication Union, Telecommunication Sector (ITU-T) H.264 Recommendation

20 25 (daqui por diante "H.264/MPEG-4 AVC Standard" ou variações deste, tal como, "AVC standard", H.264 standard", ou simplesmente "AVC" ou "H.264") existentes.

O codificador 902 pode incluir sub-módulos que incluem, por exemplo, uma unidade

de montagem para receber e montar diversas informações em um formato estruturado para armazenamento ou transmissão. As diversas informações podem incluir, por exemplo, valores de vídeo codificado ou não codificado, disparidade (ou profundidade) codificada ou não codificada, e elementos codificados ou não codificados, tais como, por exemplo, vetores de

- 5 movimento, indicadores de modo de codificação e elementos de sintaxe. Em algumas implementações, o codificador 902 inclui o processador 901 e, portanto, realiza as operações do processador 901.

O transmissor 904 recebe o sinal codificado do codificador 902 e transmite o sinal codificado em um ou mais sinais de saída. O transmissor 904 pode ser, por exemplo, adaptado para transmitir um sinal de programa que tem um ou mais fluxos de bit que representam imagens e/ou informações codificadas relacionadas a isto. Os transmissores realizam funções, tais como, por exemplo, uma ou mais entre proporcionar codificação de correção de erro, intercalar os dados no sinal, aleatorizar a energia no sinal e modular o sinal em uma ou mais portadoras usando um modulador 906. O transmissor 904 pode incluir, ou fazer interface com, uma antena (não mostrada). Ademais, as implementações do transmissor 904

- 10 podem ser limitadas ao modulador 906. O sistema ou aparelho de transmissão de vídeo 900 também é comunicativamente acoplado a uma unidade de armazenamento 908. Em uma implementação, a unidade de armazenamento 908 é acoplada ao codificador 902, e a unidade de armazenamento 908 armazena um fluxo de bits codificado a partir do codificador 902. Em outra implementação, a unidade de armazenamento 908 é acoplada ao transmissor 904, e armazena um fluxo de bits a partir do transmissor 904. O fluxo de bits a partir do transmissor 904 pode incluir, por exemplo, um ou mais fluxos de bits codificados que foram adicionais processados pelo transmissor 904. A unidade de armazenamento 908, em diferente implementações, é um ou mais entre um DVD padrão, um disco Blu-Ray, um disco
- 15 rígido, ou algum outro dispositivo de armazenamento.

Referindo-se agora à Figura 10, um sistema ou aparelho de recepção de vídeo 1000 é mostrado no qual os recursos e princípios descritos acima podem ser aplicados. O

sistema ou aparelho de recepção de vídeo 1000 pode ser configurado para receber sinais através de uma variedade de meios, tais como, por exemplo, satélite, cabo, linha telefônica ou radiodifusão terrestre. Os sinais podem ser recebidos através da Internet ou alguma outra rede. Também deve ser claro que os blocos da Figura 10 proporcionam um fluxograma

- 5 de um processo de recepção de vídeo, além de proporcionar um diagrama de bloco de um sistema ou aparelho de recepção de vídeo. O sistema ou aparelho de recepção de vídeo 1000 pode ser, por exemplo, um telefone celular, um computador, um decodificador de sinais, uma televisão ou outro dispositivo que recebe o sinal de vídeo codificado e proporciona, por exemplo, o sinal de vídeo decodificado para exibição (exibição para um usuário, por exemplo), para processamento ou armazenamento. Deste modo, o sistema ou aparelho de recepção de vídeo 1000 pode proporcionar sua saída, por exemplo, para uma tela de uma televisão, um monitor de computador, um computador (para armazenamento, processamento ou exibição), ou algum outro dispositivo de armazenamento, processamento ou exibição.

- 15 O sistema ou aparelho de recepção de vídeo 1000 é capaz de receber e processar informações de vídeo, e as informações de vídeo podem incluir, por exemplo, imagens de vídeo e/ou disparidade (ou profundidade). O sistema ou aparelho de recepção de vídeo 1000 inclui um receptor 1002 para receber um sinal codificado, tal como, por exemplo, os sinais descritos nas implementações deste pedido. O receptor 1002 pode receber, por exemplo, um sinal que proporciona uma ou mais entre a imagem de vídeo 815 e/ou a imagem de disparidade 825, ou um sinal emitido a partir do sistema de transmissão vídeo 900 da Figura 9.

O receptor 1002 pode ser, por exemplo, adaptado para receber um sinal de programa que tem uma pluralidade de fluxos de bits que representam as imagens codificadas.

- 25 Os receptores típicos realizam funções, tais como, por exemplo, uma ou mais entre receber um sinal de dados modulado e codificado, demodular o sinal de dados a partir de uma ou mais portadoras usando um demodulador 1004, desaleatorizar a energia no sinal, desinter-

calar os dados no sinal e decodificar a correção de erro do sinal. O receptor 1002 pode incluir, ou fazer interface com, uma antena (não mostrada). As implementações do receptor 1002 podem ser limitadas ao demodulador 1004.

- O sistema ou aparelho de recepção de vídeo 1000 inclui um decodificador 1006. O receptor 1002 proporciona um sinal recebido para o decodificador 1006. O sinal proporcionado para o decodificador 1006 através do receptor 1002 pode incluir um ou mais fluxos de bits codificados. O decodificador 1006 emite um sinal decodificado, tal como, por exemplo, sinais de vídeo decodificados que incluem informações de vídeo. O decodificador 1006 pode ser, por exemplo, um decodificador AVC. O sistema ou aparelho de recepção de vídeo 1000 também é acoplado de maneira comunicativa a uma unidade de armazenamento 1007. Em uma implementação, a unidade de armazenamento 1007 é acoplada ao receptor 1002, e o receptor 1002 acessa um fluxo de bits a partir da unidade de armazenamento 1007. Em outra implementação, a unidade de armazenamento 1007 é acoplada ao decodificador 1006, e o decodificador 1006 acessa um fluxo de bits a partir da unidade de armazenamento 1007.
- O fluxo de bits acessado a partir da unidade de armazenamento 1007 inclui, em diferentes implementações, um ou mais fluxos de bits codificados. A unidade de armazenamento 1007, em diferente implementações, é um ou mais entre um DVD padrão, um disco Blu-Ray, um disco rígido, ou algum outro dispositivo de armazenamento.

- O vídeo de saída do decodificador 1006 é proporcionado, em uma implementação, para um processador 1008. O processador 1008, em uma implementação, é um processador configurado para realizar a amostragem ascendente, tal como, aquela descrita, por exemplo, em relação às operações de amostragem ascendentes 816 e/ou 826. Em algumas implementações, o decodificador 1006 inclui o processador 1008 e, portanto, realiza as operações do processador 1008. Em outras implementações, o processador 1008 faz parte de um dispositivo a jusante, por exemplo, como um decodificador de sinais ou uma televisão.

Note que pelo menos uma implementação usa um bit extra para permitir que 2 ma-

pas de disparidade sejam gerados. Um primeiro mapa de disparidade é computado em relação a uma vista "esquerda", e um segundo mapa de disparidade é computado em relação a uma vista "direita". Supondo que os objetos possam ser ocluídos, ter dois mapas de disparidade permite a manipulação aprimorada de oclusões. Por exemplo, comparando-se os

- 5 valores de disparidade correspondentes, um sistema pode determinar se uma oclusão existe e, caso positivo, então, adotar etapas para preencher o orifício resultante.

As implementações adicionais proporcionam mais mapas de disparidade, e alocam um número apropriado de bits para acomodar o número de mapas de disparidade. Por exemplo, em um contexto de múltiplas vistas, tal como, por exemplo, MVC (que se refere a

- 10 AVC com a extensão MVC (Annex G)), pode ser desejável transmitir um conjunto de mapas de disparidade que mostra a disparidade calculada a partir de cada vista para cada outra vista. De maneira alternativa, uma implementação pode transmitir apenas mapas de disparidade em relação a um subconjunto de vistas.

- A disparidade pode ser calculada, por exemplo, de uma maneira similar para calcular vetores de movimento. De maneira alternativa, a disparidade pode ser calculada a partir de valores de profundidade, conforme é conhecido e descrito acima.

Diversas implementações também têm vantagens que resultam do uso de valores de disparidade em vez de valores de profundidade. Tais vantagens podem incluir: (1) os

valores de disparidade são unidos, considerando que os valores de profundidade podem se dirigir até a infinidade e, então, os valores de profundidade são mais difíceis de representar/codificar, (2) os valores de disparidade podem ser diretamente representados, considerando que um escalonamento logarítmico muitas vezes é necessário para representar valores de profundidade potencialmente muito grandes. De maneira adicional, geralmente é simples determinar a profundidade a partir da disparidade. Os metadados são incluídos em

- 25 diversas implementações para proporcionar informações, tais como, comprimento focal, distância de linha de base (comprimento), e distância de plano de convergência. A distância de plano de convergência é a distância na qual os eixos de câmera se cruzam quando as

câmeras se convergem. O ponto no qual os eixos de câmera se cruzam pode ser observado na Figura 4 como o vértice do ângulo 410. Quando as câmeras são paralelas, a distância de plano de convergência é uma distância infinita.

Deste modo, proporcionam-se uma ou mais implementações que têm recursos e aspectos particulares. Em particular, proporcionam-se diversas implementações que se referem aos mapas de disparidade densos. Os mapas de disparidade densos podem permitir uma variedade de aplicações, tais como, por exemplo, um ajuste de efeito 3D relativamente complexo em um dispositivo de consumo, e uma colocação de legenda relativamente simples na pós-produção. Entretanto, as variações destas implementações e aplicações adicionais são contempladas e se encontram dentro da descrição, e os recursos e aspectos das implementações descritas podem ser adaptados para outras implementações.

Note que a faixa de +80 a -150 pixels, para um ou mais tamanhos de tela particulares, é usada em pelo menos uma das implementações acima. Entretanto, em outras implementações, mesmo para aqueles tamanhos de tela particulares, usa-se uma faixa de disparidade diferente que varia os valores finais da faixa e/ou o tamanho da própria faixa. Em uma implementação, uma apresentação em um parque temático usa uma disparidade negativa mais severa (por exemplo, para retratar objetos que se dirigem mais próximos que metade para fora da tela) para efeitos mais dramáticos. Em outra implementação, um dispositivo profissional suporta uma faixa mais ampla de disparidade que um dispositivo de consumo.

Diversas implementações e recursos descritos neste pedido podem ser usados no contexto do padrão AVC, e/ou AVC com a extensão MVC (Annex H), e/ou AVC com a extensão SVC (Annex G). De maneira adicional, estas implementações e recursos podem ser usados no contexto de outro padrão (existente ou futuro), ou em um contexto que não envolve um padrão.

A referência a "uma modalidade" ou "uma implementação" dos presentes princípios, assim como, outras variações destes, significa que um recurso, estrutura, característica par-

ticular, e assim por diante, descrito em conexão com a modalidade é incluída em pelo menos uma modalidade dos presentes princípios. Deste modo, os aspectos da frase "em uma modalidade" ou "em uma implementação", assim como quaisquer outras variações, que aparecem em diversos locais ao longo do relatório descritivo não se referem necessariamente à mesma modalidade.

De maneira adicional, este pedido ou suas reivindicações podem se referir à "determinação" de diversas informações. A determinação das informações pode incluir um ou mais, por exemplo, entre estimar as informações, calcular as informações, prever as informações ou recuperar as informações da memória.

Entende-se que uma determinada tela pode suportar múltiplas resoluções diferentes. Portanto, a determinada tela pode ser capaz de exibir o conteúdo de vídeo que tem uma resolução, por exemplo, de 1280, 1440 ou 1920. Todavia, a determinada tela muitas vezes é referida como uma tela 1920 porque a resolução suportada mais alta é 1920. Quando uma tela grande estiver exibindo uma imagem de resolução pequena, os elementos individuais da imagem podem compreender múltiplos pixels. Por exemplo, se uma tela puder suportar uma resolução horizontal de 800 e 1920, então, a tela tem tipicamente pelo menos 1920 pixels de largura. Quando a tela estiver exibindo uma imagem de resolução 800, é possível que a tela aloque pelo menos uma porção de três ou mais pixels em cada elemento da imagem.

Diversas implementações usam representações de ponto flutuante de valores de disparidade. As variações particulares de tais implementações usam representações de ponto fixo dos valores de disparidade em vez das representações de ponto flutuante.

Avalia-se que o uso de qualquer um entre o seguinte "/", "e/ou" e "pelo menos um entre", por exemplo, nos casos de "A/B", "A e/ou B" e "pelo menos um entre A e B", tem intenção de abranger a seleção da primeira opção listada (A) apenas, ou a seleção da segunda opção listada (B) apenas, ou a seleção de ambas as opções (A e B). Como um exemplo adicional, nos casos "A, B, e/ou C" e "pelo menos um entre A, B e C" e "pelo me-

"nos um entre A, B, ou C", tal frase tem intenção de abranger a seleção da primeira opção listada (A) apenas, ou a seleção da segunda opção listada (B) apenas, ou a seleção da terceira opção listada (C) apenas, ou a seleção das primeira e segunda opções listadas (A e B) apenas, ou a seleção das primeira e terceira opções listadas (A e C) apenas, ou a seleção das segundas e terceira opções listadas (B e C) apenas, ou a seleção de todas as três opções (A e B e C). Isto pode se estender, conforme prontamente aparente para alguém de conhecimento comum na técnica, a muitos itens listados.

De maneira adicional, muitas implementações podem ser implementadas em um ou mais entre codificador (por exemplo, o codificador 902), um decodificador (por exemplo, o decodificador 1006), um pós-processador (por exemplo, o processador 1008) que processa a saída de um decodificador, ou um pré-processador (por exemplo, o processador 901) que proporciona entrada para um codificador. Ademais, outras implementações são contempladas por esta descrição.

As implementações descritas no presente documento podem ser implementadas, por exemplo, em um método ou um processo, um aparelho, um programa software, um fluxo de dados, ou um sinal. Mesmo se apenas discutida no contexto de uma única forma de implementação (por exemplo, discutida apenas como um método), a implementação dos recursos discutidos também pode ser implementada de outras formas (por exemplo, um aparelho ou programa). Um aparelho pode ser implementado, por exemplo, em hardware, software e firmware apropriado. Os métodos podem ser implementados, por exemplo, em um aparelho, tal como, por exemplo, um processador, que se refere aos dispositivos de processamento em geral, que inclui, por exemplo, um computador, um microprocessador, um circuito integrado ou um dispositivo de lógica programável. Os processadores também incluem dispositivos de comunicação, tais como, por exemplo, computadores, telefones celulares, assistentes portáteis/pessoais digitais ("PDAs"), e outros dispositivos que facilitam a comunicação de informações entre usuários finais.

As implementações de diversos processos e recursos descritos no presente docu-

mento podem ser incorporadas em uma variedade de equipamentos ou aplicações diferentes, particularmente, por exemplo, equipamentos ou aplicações associadas a codificação de dados, decodificação de dados, geração de vista, processamento de profundidade ou disparidade e outro processamento de imagens e mapas de disparidade. profundidade e/ou rela-

- 5 cionados Os exemplos de tal equipamento incluem um codificador, um decodificador, um pós-processador que processa saída a partir de um decodificador, um pré-processador que proporciona entrada para um codificador, um codificador de vídeo, um decodificador de vídeo, um codec de vídeo, um servidor da web, um decodificador de sinais, um laptop, um computador pessoal, um telefone celular, um PDA e outros dispositivos de comunicação.
- 10 Como deve ser claro, o equipamento pode ser móvel e ainda instalado em um veículo móvel.

De maneira adicional, os métodos podem ser implementados por instruções que são realizadas por um processador, e tais instruções (e/ou valores de dados produzidos por uma implementação) podem ser armazenadas em um meio legível por processador, tal co-

- 15 mo, por exemplo, um circuito integrado, uma portadora de software ou outro dispositivo de armazenamento, tal como, por exemplo, um disco rígido, um disquete compacto ("CD"), um disco óptico (tal como, por exemplo, um DVD, muitas vezes referido como um disco versátil digital ou um disco de vídeo digital), uma memória de acesso aleatório ("RAM"), ou uma memória somente leitura ("ROM"). As instruções podem formar um programa aplicativo tan-
- 20 givelmente incorporado em um meio legível por processador. As instruções podem ser, por exemplo, em hardware, firmware, software ou uma combinação destes. As instruções podem ser encontradas, por exemplo, em um sistema de operação, um aplicativo separado, ou uma combinação destes. Portanto, um processador pode ser caracterizado, por exemplo, tanto como um dispositivo configurado para realizar um processo como um dispositivo que
- 25 inclui um meio legível por processador (tal como, um dispositivo de armazenamento) que tem instruções para realizar um processo. Ademais, um meio legível por processador pode armazenar, além de, ou em vez de instruções, valores de dados produzidos por uma imple-

mentação.

Conforme será evidente para alguém versado na técnica, as implementações podem produzir uma variedade de sinais formatados para transportar informações que podem ser, por exemplo, armazenada ou transmitidas. As informações podem incluir, por exemplo, 5 instruções para realizar um método, ou dados produzidos por uma das implementações descritas. Por exemplo, um sinal pode ser formatado para transportar como dados as regras para escrever ou ler a sintaxe de uma modalidade descrita, ou transportar como dados os valores de sintaxe reais escritos por uma modalidade descrita. Tal sinal pode ser formatado, por exemplo, como uma onda eletromagnética (por exemplo, usando uma porção de frequência de rádio do espectro) ou como um sinal de banda-base. A formatação pode incluir, 10 por exemplo, codificar um fluxo de dados e modular uma portadora com o fluxo de dados codificado. As informações que o sinal transporta podem ser, por exemplo, informações analógicas ou digitais. O sinal pode ser transmitido através de uma variedade de links cabeados ou sem fio diferentes, conforme conhecidos. O sinal pode ser armazenado em um 15 meio legível por processador.

Inúmeras implementações foram descritas. Todavia, será entendido que diversas modificações podem ser efetuadas. Por exemplo, os elementos de implementações diferentes podem ser combinados, suplementados, modificados ou removidos para produzirem outras implementações. De maneira adicional, alguém de conhecimento comum na técnica 20 irá entender que outras estruturas e processos podem ser substituídos por aqueles descritos e as implementações resultantes irão realizar pelo menos substancialmente as mesmas funções, pelo menos substancialmente do mesmo modo, para obter pelo menos substancialmente o mesmo resultado que as implementações descritas. Consequentemente, estas e outras implementações são contempladas por este pedido.

REIVINDICAÇÕES

1. Método, **CARACTERIZADO** por compreender as etapas de:
 - acessar um valor de disparidade para uma localização particular em uma imagem, a imagem sendo para exibir em uma tela padrão tendo uma resolução particular, e o valor da disparidade correspondendo a outra resolução que é maior do que a maior resolução de qualquer tela padrão e um número inteiro correspondendo a um menor múltiplo comum de múltiplas resoluções suportadas pela tela padrão; e
 - modificar o valor de disparidade acessado através da redução do valor de disparidade acessado para produzir um valor de disparidade modificado correspondendo à resolução particular.
2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a resolução particular é uma resolução horizontal e o valor de disparidade é uma disparidade horizontal.
3. Método, de acordo a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a modificação compreende escalarizar o valor de disparidade acessado com base em um múltiplo comum das múltiplas resoluções.
4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o múltiplo comum é o menor múltiplo comum das múltiplas resoluções.
5. Método, de acordo com a reivindicação 3 ou 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o múltiplo comum é 11520.
6. Método, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o número inteiro proporciona precisão de sub-pixel em disparidade para as múltiplas resoluções.
7. Aparelho, **CARACTERIZADO** por ser configurado para executar um método conforme definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 6.
8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** por compreender um ou mais processadores coletivamente configurados para:

acessar um valor de disparidade para uma localização particular em uma imagem, a imagem sendo para exibir em uma tela padrão tendo uma resolução particular, e o valor da disparidade correspondendo a outra resolução que é maior do que a maior resolução de qualquer tela padrão e um número inteiro correspondendo a um menor múltiplo comum de

5 múltiplas resoluções suportadas pela tela padrão; e

modificar o valor de disparidade acessado através da redução do valor de disparidade acessado para produzir um valor de disparidade modificado correspondendo à resolução particular.

9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** por compreender:

10 der:

meios para acessar um valor de disparidade para uma localização particular em uma imagem, a imagem sendo para exibir em uma tela padrão tendo uma resolução particular, e o valor da disparidade correspondendo a outra resolução que é maior do que a maior resolução de qualquer tela padrão e um número inteiro correspondendo a um menor múltiplo comum de

15 múltiplas resoluções suportadas pela tela padrão; e

meios adaptados para modificar o valor de disparidade acessado através da redução do valor de disparidade acessado para produzir um valor de disparidade modificado correspondendo à resolução particular.

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** por compreender:

20 der:

um demodulador para demodular um sinal que inclui dados que indicam um valor de disparidade para uma localização particular em uma imagem, a imagem tendo uma resolução particular, e o valor de disparidade correspondendo a outra resolução para a imagem que é diferente de e maior do que a resolução particular e que é baseada em múltiplas

25 resoluções menores possíveis para a imagem; e

um processador configurado para modificar o valor de disparidade acessado através da redução do valor de disparidade acessado para produzir um valor de disparidade

modificado correspondendo à resolução particular.

11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a resolução particular é uma resolução horizontal e o valor de disparidade é uma disparidade horizontal.

5 12. Mídia legível por processador, **CARACTERIZADA** por ter armazenado em si instruções que fazem com que um ou mais processadores executem coletivamente um método conforme definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 6.

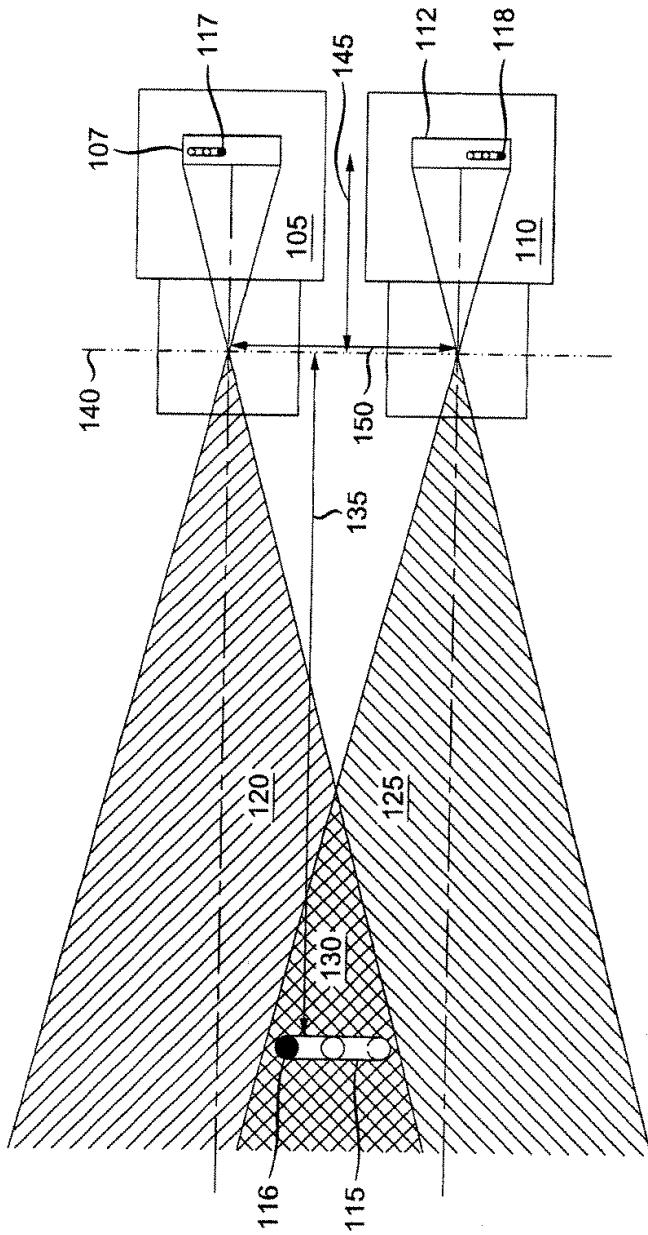


FIG.1

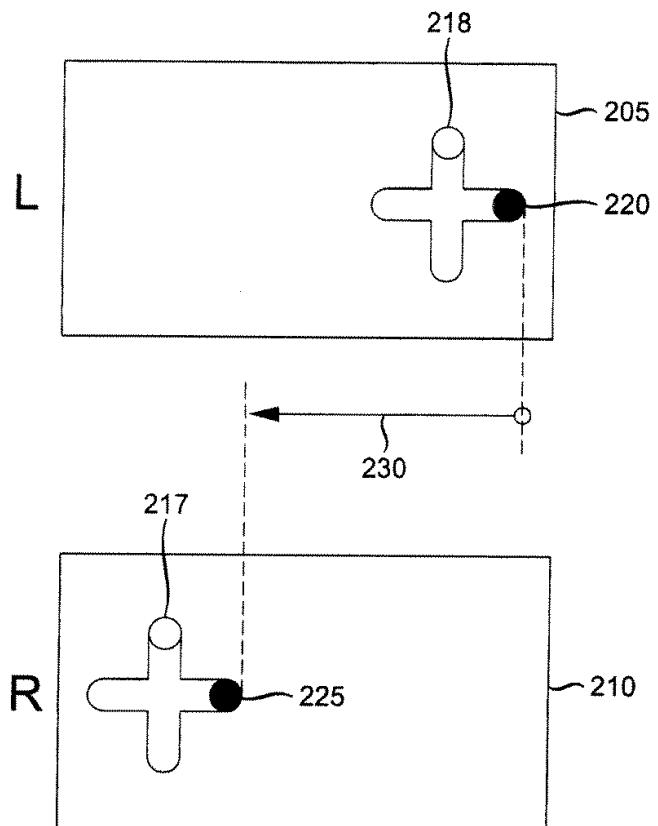
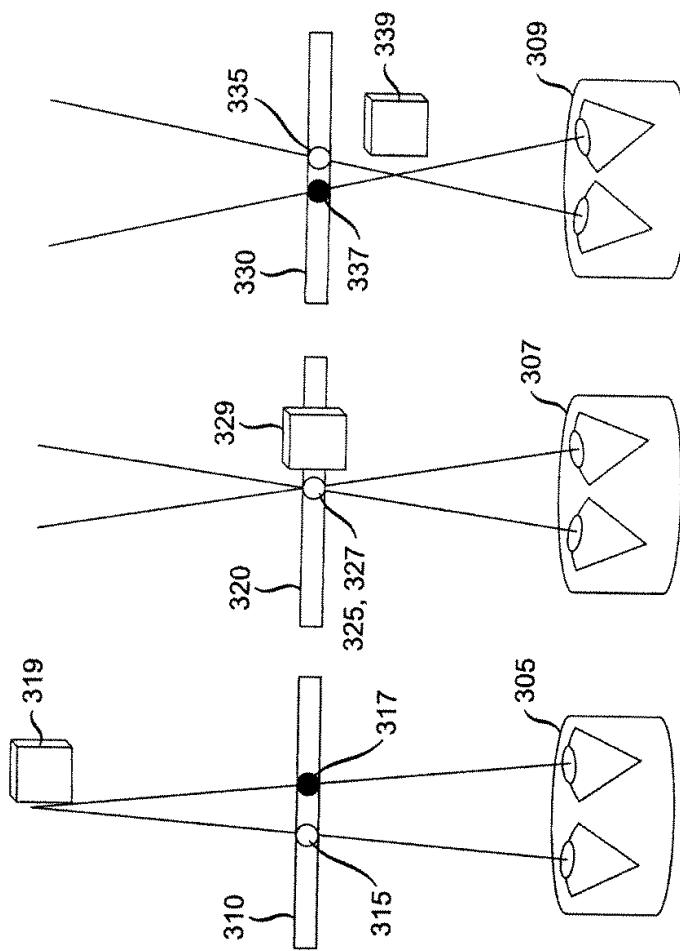
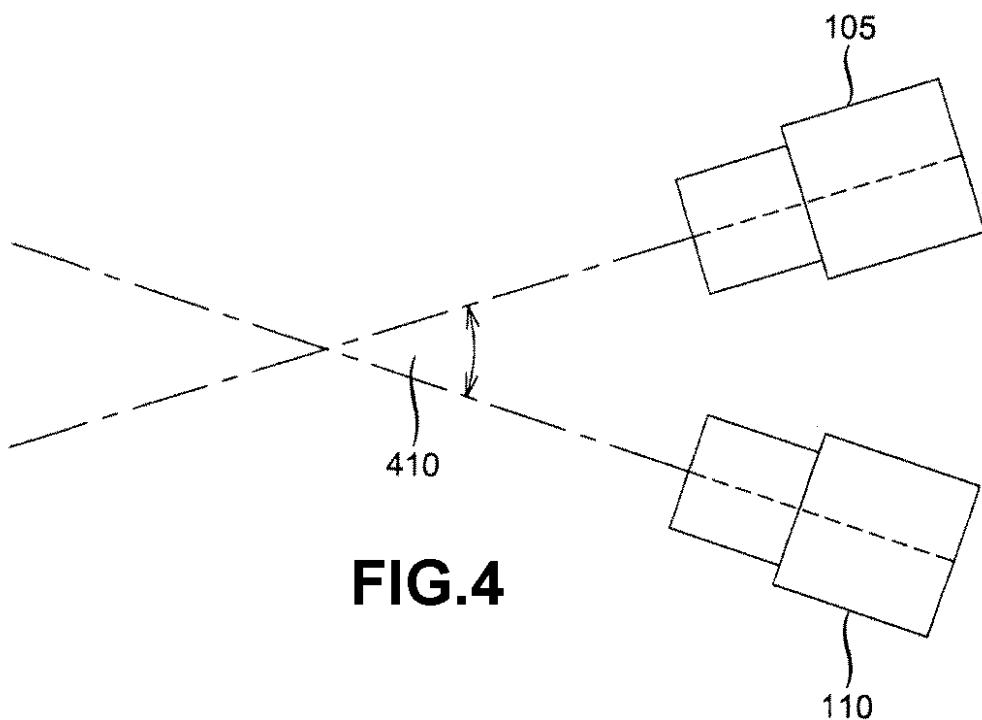
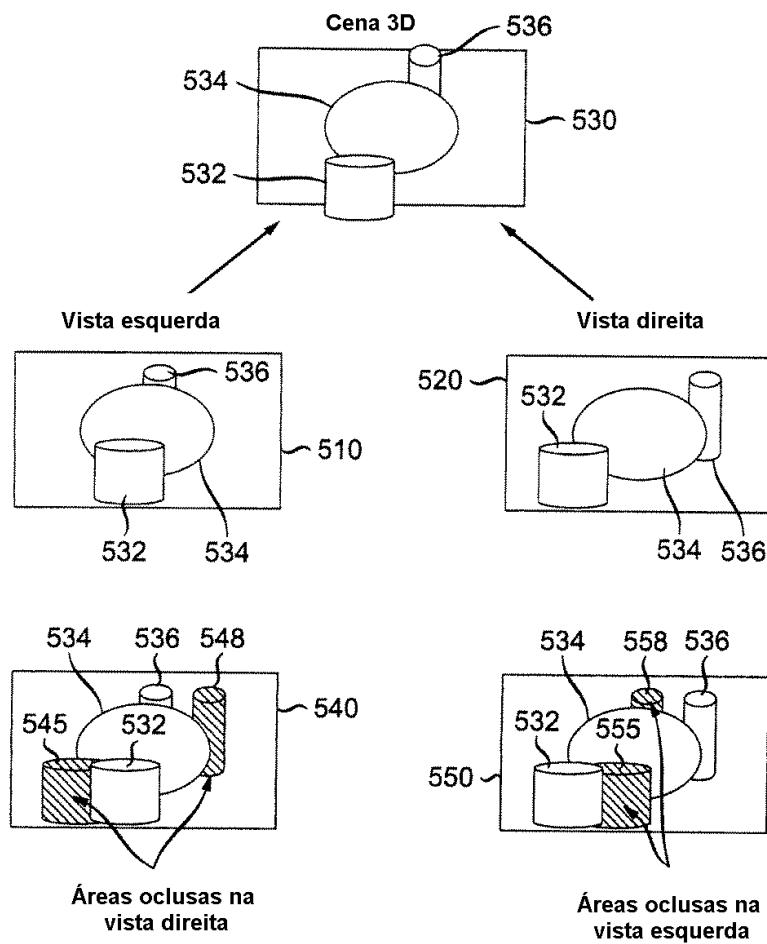
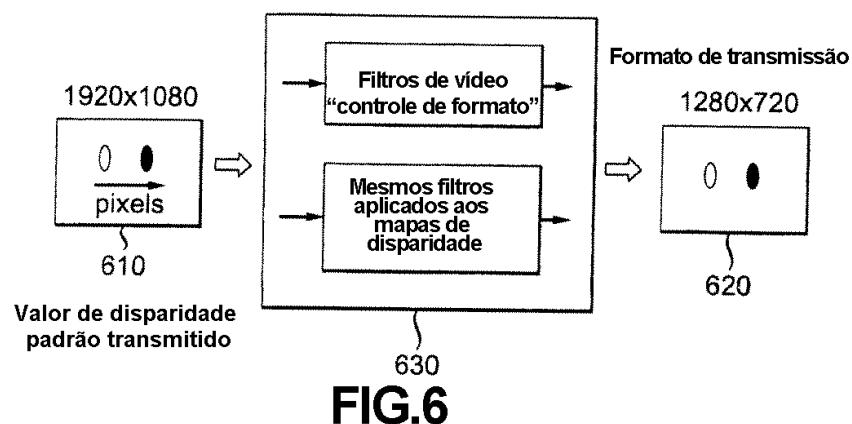


FIG.2

**FIG.3**

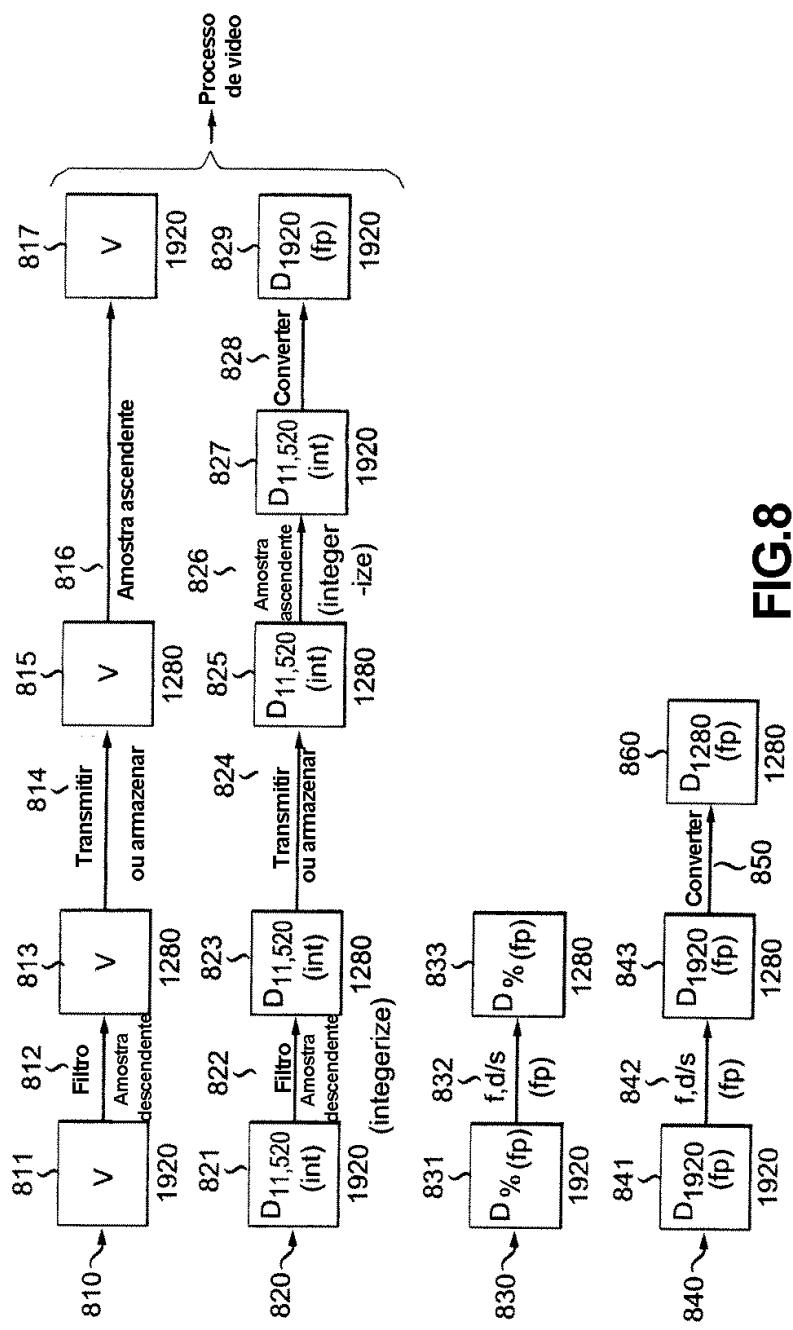


**FIG.5**



$$\begin{aligned}
 & 710 \quad 720 \quad 730 \\
 & \downarrow \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \\
 & 11,520 = 2^8 \cdot 3^2 \cdot 5 \\
 & 960 = 2^6 \cdot 3 \cdot 5 = 11,520 / 12 \\
 & 1280 = 2^6 \cdot 3^0 \cdot 5 = 11,520 / 9 \\
 & 1440 = 2^5 \cdot 3^2 \cdot 5 = 11,520 / 8 \\
 & 1920 = 2^7 \cdot 3 \cdot 5 = 11,520 / 6 \\
 & 2048 = 2^{11} = 11,520 \cdot 8/45 \\
 & 4096 = 2^{12} = 11,520 \cdot 16/45 \\
 & 8192 = 2^{13} = 11,520 \cdot 32/45
 \end{aligned}$$

FIG.7

**FIG.8**

