



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(11) BR 112015026899-4 B1

(22) Data do Depósito: 23/04/2014

(45) Data de Concessão: 28/03/2023

(54) Título: REPOSICIONAMENTO DOS BLOCOS RESIDUAIS DE PREVISÃO NA CODIFICAÇÃO DE VÍDEO

(51) Int.Cl.: H04N 19/88; H04N 19/129; H04N 19/176; H04N 19/159; H04N 19/46.

(30) Prioridade Unionista: 11/06/2013 US 61/833,781; 11/10/2013 US 61/890,102; 22/04/2014 US 14/259,046; 23/04/2013 US 61/815,148.

(73) Titular(es): QUALCOMM INCORPORATED.

(72) Inventor(es): CHAO PANG; RAJAN LAXMAN JOSHI; MARTA KARCZEWICZ; JOEL SOLE ROJALS.

(86) Pedido PCT: PCT US2014035185 de 23/04/2014

(87) Publicação PCT: WO 2014/176362 de 30/10/2014

(85) Data do Início da Fase Nacional: 22/10/2015

(57) Resumo: REPOSICIONAMENTO DOS BLOCOS RESIDUAIS DE PREVISÃO NA CODIFICAÇÃO DE VÍDEO Técnicas são descritas para codificar dados residuais de um bloco residual de previsão ou em um modo de codificação com perda ou em um sem perda, no qual uma transformada é pulada ou ignorada. As técnicas desta revelação incluem determinar quando reposicionar, ex., girar ou lançar, dados residuais de um bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual. Para ambos os modos de codificação com perda e sem perda, um dispositivo de codificação de vídeo determina quando reposicionar dados residuais de um bloco residual com base em um modo de previsão do bloco residual e um tamanho do bloco residual. Em alguns exemplos, as técnicas desabilitam o reposicionamento para todos os blocos residuais no modo de inter-previsão e modo de previsão de cópia intra bloco, e determinam reposicionar os blocos residuais no modo de intra-previsão quando os blocos residuais tem tamanho de blocos que é menor que ou igual a um tamanho limite.

**REPOSICIONAMENTO DOS BLOCOS RESIDUAIS DE PREVISÃO NA
CODIFICAÇÃO DE VÍDEO**

[0001] Este pedido é uma continuação em parte do Pedido US. N° 13/939.037, depositado em 10 de julho de 2013, que reivindica o benefício do Pedido Provisório US N° 61/670.569, depositado em 11 de julho de 2012; Pedido Provisório US N° 61/815,148, depositado em 23 de abril de 2013; e Pedido Provisório US N° 61/833.781, depositado em 11 de junho de 2013, o conteúdo total de cada um dos quais é incorporado aqui a título de referência. Este pedido também reivindica o benefício do Pedido Provisório US N° 61/890.102, depositado em 11 de outubro de 2013, o conteúdo total dos quais é incorporado aqui a título de referência.

CAMPO TÉCNICO

[0002] Esta revelação refere-se a codificação de vídeo (i.e., codificação de vídeo e decodificação de vídeo), e particularmente codificação de vídeo sem perda.

ANTECEDENTES

[0003] As capacidades de vídeo digital podem ser incorporadas em uma ampla faixa de dispositivos, incluindo televisores digitais, sistemas de transmissão direta digitais, sistemas de transmissão remotos, assistentes digitais pessoais (PDAs), computadores laptop ou desktop, computadores tablete, leitores de e-books, câmeras digitais, dispositivos de gravação digitais, reprodutores de mídia digitais, dispositivos de vídeo game, consoles de vídeo game, telefones celulares ou de rádio por satélite, os chamados "smartphones", dispositivos de teleconferência por vídeo, dispositivos de streaming de vídeo, e similares. Dispositivos de vídeo digital implementam técnicas de compressão de vídeo, como aquelas definidas nos padrões definidos por MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, Parte 10, Codificação de vídeo

avançada (AVC), o padrão de Codificação de Vídeo de Alta Eficiência (HEVC) atualmente em desenvolvimento, e extensões de tais padrões. Os dispositivos de vídeo podem transmitir, receber, codificar, decodificar e/ou armazenar a informação de vídeo digital de modo mais eficiente pela implementação de tais técnicas de compressão de vídeo.

[0004] As técnicas de compressão de vídeo realizam a previsão espacial (intra-imagem) e/ou previsão temporal (inter-imagem) para reduzir ou remover a redundância inerente às sequências de vídeo. Para a codificação de vídeo baseada em bloco, uma fatia de vídeo (isto é, um quadro de vídeo ou uma porção de um quadro de vídeo) pode ser dividida em blocos de vídeo, que também podem ser referidos como treeblocks, unidades de codificação (CUs) e/ou nós de codificação. Os blocos de vídeo em uma fatia intra-codificada (I) de uma imagem são codificados usando a previsão espacial com relação às amostras de referência nos blocos vizinhos na mesma imagem. Os blocos de vídeo em uma fatia inter-codificada (P ou B) de uma imagem pode usar a previsão espacial com relação às amostras de referência nos blocos vizinhos na mesma imagem ou previsão temporal com relação às amostras de referência nas outras imagens de referência. As imagens podem ser referidas como quadros, e as imagens de referência podem ser referidas como quadros de referência.

[0005] A previsão espacial ou temporal resulta em um bloco preditivo para um bloco a ser codificado. Dados residuais representam as diferenças de pixel entre o bloco original a ser codificado e o bloco preditivo. Um bloco de inter-previsão é codificado de acordo com um vetor de movimento que aponta para um bloco de amostras de referência que formam o bloco preditivo dentro de uma imagem de referência anteriormente decodificada, e os dados

residuais indicando a diferença entre os pixels do bloco codificado e o bloco preditivo. Um bloco intra-codificado é codificado de acordo com um modo de intra-previsão e os dados residuais. Para a compressão adicional, os dados residuais podem ser transformados a partir do domínio de pixel para um domínio de transformada, resultando em coeficientes de transformada residuais, os quais, em seguida, podem ser quantificados. Os coeficientes de transformada quantificados, inicialmente dispostos em uma matriz bidimensional, podem ser verificados, a fim de produzir um vetor unidimensional de coeficientes de transformada, e a codificação de entropia pode ser aplicada para conseguir ainda mais compressão.

SUMÁRIO

[0006] Em geral, esta revelação descreve técnicas para codificar dados residuais de um bloco residual de previsão ou em um modo de codificação com perda ou em um modo de codificação sem perda, no qual uma transformada é pulada ou ignorada. Quando uma transformada não é aplicada a um bloco residual, ex., em um modo de codificação sem perda ou um modo de codificação com perda usando um modo de pulo de transformada, dados residuais com energia mais alta, i.e., valores de diferença de pixel maiores, do que a média podem não ser posicionados em um canto superior esquerdo do bloco residual, o qual é esperado para codificação de entropia. As técnicas desta revelação incluem determinar quando reposicionar, ex., girar ou lançar, dados residuais de um bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual.

[0007] De acordo com um padrão de codificação de vídeo exemplar, como as Extensões de Faixa da Codificação de Vídeo de Alta Eficiência (HEVC), no modo de codificação com perda, um modo de pulo de transformada pode

ser aplicado aos blocos residuais de qualquer tamanho, e no modo de codificação sem perda, procedimentos de transformada e quantificação são ignorados para todos os blocos residuais. De acordo com as técnicas desta revelação, quando uma transformada não é aplicada a um bloco residual ou no modo de codificação com perda ou no modo de codificação sem perda, o reposicionamento dos dados residuais do bloco residual pode ser restrito a determinados modos de previsão de determinados tamanhos de bloco. Por exemplo, um codificador de vídeo ou um decodificador de vídeo pode determinar quando reposicionar os dados residuais do bloco residual com base no modo de previsão do bloco residual, ex., o modo de intra-previsão, a inter-previsão, ou o modo de previsão de cópia intra bloco, e o tamanho do bloco residual. Em alguns exemplos, as técnicas desabilitam o reposicionamento dos dados residuais para todos os blocos residuais no modo de inter-previsão e o modo de previsão de cópia intra bloco. Em outros exemplos, as técnicas determinam reposicionar os blocos residuais no modo de intra-previsão quando os blocos residuais tem tamanhos de bloco que são menores que ou iguais a um tamanho limite.

[0008] Em um exemplo, esta revelação é direcionada a um método para decodificar dados de vídeo, o método compreendendo decodificar um bloco residual de dados de vídeo ou em um modo de codificação com perda ou em um modo de codificação sem perda com base em um ou mais elementos de sintaxe que indicam que uma transformada não é aplicada ao bloco de vídeo residual, e determinar, com base em um modo de previsão do bloco residual e um tamanho do bloco residual, quando reposicionar dados residuais do bloco residual antes de reconstruir um bloco de vídeo a partir dos dados residuais do bloco residual, sendo que

reposicionar os dados residuais compreende um de rotação ou lançamento dos dados residuais do bloco residual.

[0009] Em outro exemplo, esta revelação é direcionada a um método para codificar dados de vídeo, o método compreendendo codificar um bloco residual de dados de vídeo ou em um modo de codificação com perda ou em um modo de codificação sem perda, sendo que uma transformada não é aplicada ao bloco de vídeo residual, e determinar, com base em um modo de previsão do bloco residual e um tamanho do bloco residual, quando reposicionar dados residuais do bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual, sendo que reposicionar os dados residuais compreende um de rotação ou lançamento dos dados residuais do bloco residual.

[0010] Em um exemplo adicional, esta revelação é direcionada a um dispositivo de codificação de vídeo para codificar dados de vídeo, o dispositivo compreendendo uma memória configurada para armazenar dados de vídeo, e um ou mais processadores configurados para codificar um bloco residual de dados de vídeo ou em um modo de codificação com perda ou em um modo de codificação sem perda, sendo que uma transformada não é aplicada ao bloco de vídeo residual no modo de codificação sem perda, e determinar, com base em um modo de previsão do bloco residual e um tamanho do bloco residual, quando reposicionar dados residuais do bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual, sendo que reposicionar os dados residuais compreende um de rotação ou lançamento dos dados residuais do bloco residual.

[0011] Em um exemplo adicional, esta revelação é direcionada a uma mídia legível por computador compreendendo instruções para codificar dados de vídeo, as instruções, quando executadas, fazem com que um ou mais

processadores programáveis codifiquem um bloco residual de dados de vídeo ou em um modo de codificação com perda ou em um modo de codificação sem perda, sendo que uma transformada não é aplicada ao bloco de vídeo residual no modo de codificação sem perda, e determinar, com base em um modo de previsão do bloco residual e um tamanho do bloco residual, quando reposicionar dados residuais do bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual, sendo que reposicionar os dados residuais compreende um de rotação ou lançamento dos dados residuais do bloco residual.

[0012] Os detalhes de um ou mais exemplos são estabelecidos nos desenhos de acompanhamento e na descrição abaixo. Outras características, objetos e vantagens serão evidentes a partir da descrição e desenhos, e a partir das reivindicações.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0013] A Fig. 1 é um diagrama em bloco ilustrando um sistema de codificação e decodificação de vídeo exemplar que pode usar as técnicas descritas nesta divulgação para codificar os dados residuais com pulso de transformada.

[0014] A Fig. 2 é um diagrama em bloco ilustrando um codificador de vídeo exemplar que pode usar as técnicas descritas nesta divulgação para determinar quando rodar um bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual.

[0015] A Fig. 3 é um diagrama em bloco ilustrando um decodificador de vídeo exemplar que pode usar as técnicas descritas nesta divulgação para determinar quando rodar um bloco residual antes de reconstruir um bloco de vídeo a partir dos dados residuais do bloco residual.

[0016] A FIG. 4 é um diagrama em bloco que ilustra uma unidade de codificação (CU) de um bloco residual dividido em uma ou mais unidades de previsão (PUs) de acordo com um modo de previsão de movimento e várias unidades de transformada (TUs) de acordo com uma estrutura de dados de quad-tree.

[0017] A FIG. 5 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar de um codificador de vídeo que determinar quando girar um bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual.

[0018] A FIG. 6 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar de um decodificador de vídeo que determina quando girar um bloco residual antes de reconstruir um bloco de vídeo a partir dos dados residuais do bloco residual.

[0019] A FIG. 7 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar da determinação de quando girar um bloco residual por um valor de rotação predeterminado com base em um tipo de limite nas bordas do bloco residual.

[0020] A FIG. 8 é um fluxograma ilustra outra operação exemplar de determinação de quando girar um bloco residual incluindo determinar um valor de rotação para o bloco residual com base em um tipo de limite nas bordas do bloco residual para cada um dos dois ou mais valores de rotação possíveis.

[0021] A FIG. 9 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar de restrição dos tamanhos de bloco dos blocos residuais para os quais a rotação pode ser realizada quando uma transformada não é aplicada aos blocos residuais.

[0022] A FIG. 10 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar de restrição dos tamanhos de bloco dos blocos residuais para os quais o lançamento dos valores

de amostra dos dados residuais ao longo de uma diagonal pode ser realizado quando uma transformada não é aplicada aos blocos residuais.

[0023] As FIGS. 11A e 11B são diagramas conceituais que ilustram blocos residuais codificados usando a Modulação de Código de Pulso Diferencial Residual (RDPCM).

[0024] FIG. 12 é um diagrama conceitual que ilustra uma imagem atual incluindo um bloco atual sendo previsto com base em um bloco anteriormente codificado na mesma imagem usando um modo de previsão de cópia intra bloco.

[0025] FIG. 13 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar de determinação de quando reposicionar dados residuais de um bloco residual para os quais uma transformada não é aplicada com base em um modo de previsão do bloco residual e um tamanho do bloco residual.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0026] Esta revelação descreve técnicas para codificar dados residuais de um bloco residual de previsão com pulo de transformada. Os dados residuais do bloco residual compreendem valores de diferença de pixel entre pixels de um bloco de vídeo a ser codificado e pixels correspondentes de um bloco de previsão gerado para o bloco a ser codificado. Uma transformada pode ser pulada para um bloco residual quando o bloco residual é codificado usando ou um modo de codificação sem perdas ou um modo de codificação com perdas em um modo de pulo de transformada. Quando uma transformada não é aplicada a um bloco residual, dados residuais com energia mais alta, i.e., valores de diferença de pixel maiores, do que a média podem não ser posicionados em um canto superior esquerdo do bloco residual, o qual é esperado para codificação de entropia.

[0027] Quando a transformada é pulada para o bloco residual, a eficiência da codificação de entropia pode ser melhorada pela rotação do bloco residual durante a codificação para melhorar o posicionamento dos dados residuais com energia mais alta do que a média no canto superior esquerdo do bloco residual. Durante a decodificação, a rotação realizada durante a codificação precisa ser revertida para reconstruir o bloco de vídeo original do bloco residual e um bloco de previsão.

[0028] No modo de intra-previsão, quando uma transformada é pulada para um bloco residual, os dados residuais com energia mais alta do que a média são tipicamente posicionados em um canto direito inferior do bloco residual. Em alguns casos, o bloco residual de intra-previsão pode ser girado automaticamente por 180 graus antes de codificar o bloco residual para posicionar os dados residuais com energia mais alta do que a média no canto superior esquerdo do bloco residual. No modo de inter-previsão, no entanto, pode não ser sempre desejável girar automaticamente o bloco residual por 180 graus.

[0029] De acordo com as técnicas desta revelação, com base em uma transformada sendo pulada para um bloco residual, uma unidade de reposicionamento incluída em um codificador de vídeo ou um decodificador de vídeo determina quando girar o bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual. Em alguns exemplos, um valor de rotação pode ser explicitamente sinalizado entre o codificador de vídeo e o decodificador de vídeo. Em outros exemplos, o codificador de vídeo e o decodificador de vídeo podem cada determinar independentemente quando girar o bloco residual com base em um tipo de limite em duas ou mais bordas do bloco residual.

[0030] No modo de inter-previsão, dados residuais em um limite da unidade de transformada (TU) do bloco residual, i.e., um limite entre duas TUs que pertencem à mesma unidade de previsão (PU), tipicamente tem energia mais baixa do que os dados residuais médios no bloco residual. Ainda, os dados residuais em um limite da PU do bloco residual, i.e., um limite entre duas TUs que pertencem a diferentes PUs, tipicamente tem energia mais alta do que os dados residuais médios no bloco residual. Com base nesta observação, as técnicas desta revelação incluindo girar um bloco residual de inter-previsão com pulso de transformada com base em um tipo de limite em duas ou mais bordas do bloco residual. Por exemplo, a unidade de reposicionamento pode determinar um tipo de limite em duas ou mais bordas do bloco residual, e então determinar quando girar o bloco residual com base no tipo de limite nas bordas a fim de reposicionar os dados residuais.

[0031] Em alguns exemplos, a unidade de reposicionamento determina ou girar o bloco residual por um valor de rotação predeterminado, ex., 180 graus, ou não girar o bloco residual. Em outros exemplos, a unidade de reposicionamento determina um valor de rotação pelo qual girar o bloco residual a partir de dois ou mais valores de rotação, ex., 0 graus ou nenhuma rotação, 180 graus, 90 graus ou 270 graus.

[0032] No lado da decodificação, a rotação posiciona os dados residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual girado antes de codificar os dados residuais do bloco residual para melhorar a eficiência da codificação de entropia. No lado de decodificação, a rotação reverte a rotação realizada durante a codificação e retorna os dados residuais com energia mais alta do que a média para sua

posição original no bloco residual original para reconstruir um bloco de vídeo a partir do bloco residual usando um bloco preditivo.

[0033] Esta revelação também descreve técnicas para codificar dados residuais de um bloco residual de previsão ou em um modo de codificação com perda ou em um modo de codificação sem perda, no qual uma transformada é pulada ou ignorada. As técnicas desta revelação incluem determinar quando reposicionar, ex., girar ou lançar, dados residuais de um bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual. Em alguns exemplos, os dados residuais do bloco residual podem ser girados como descrito acima. Em outros exemplos, os dados residuais do bloco residual podem ser lançados ao longo de uma diagonal principal ou um anti-diagonal do bloco residual, o que inclui a troca dos dados residuais em um primeiro lado de uma diagonal do bloco residual com dados residuais nos locais de imagem de espelho correspondentes em um segundo lado da diagonal do bloco residual para lançar os dados residuais.

[0034] De acordo com um padrão de codificação de vídeo exemplar, the Extensões de Faixa da Codificação de Vídeo de Alta Eficiência (HEVC), no modo de codificação com perda, um modo de pulo de transformada pode ser aplicado aos blocos residuais de qualquer tamanho, e no modo de codificação sem perda, procedimentos de transformada e quantificação são ignorados para todos os blocos residuais. In both the modo de codificação com perdas e the modo de codificação sem perdas, therefore, the transform may be skipped or bypassed for all tamanho de blocos; thus, rotation pode ser aplicado aos all tamanho de blocos in both o modo de intra-previsão e o modo de inter-previsão. Em alguns exemplos, no modo de codificação com perda, the

transform skip mode may be restricted to apply only to blocos residuais having sizes up to a tamanho de bloco máximo, ex., 4x4 or 8x8. O tamanho de bloco máximo para o qual a transformada pode ser ignorada no modo de codificação com perda may be indicated em um de um conjunto de parâmetro de sequência (SPS) e a conjunto de parâmetro de imagem (PPS) associado com os bloco residual.

[0035] De acordo com as técnicas desta revelação, quando uma transformada não é aplicada a um bloco residual ou no modo de codificação com perda ou no modo de codificação sem perda, o reposicionamento dos dados residuais do bloco residual pode ser restrito a determinado modo de previsões e certain tamanho de blocos. Por exemplo, a codificador de vídeo or a decodificador de vídeo pode determinar quando reposicionar os dados residuais do bloco residual com base no modo de previsão do bloco residual, ex., o modo de intra-previsão, a inter-previsão, or o modo de previsão de cópia intra bloco, e o tamanho do bloco residual. Em alguns exemplos, as técnicas desabilitar o reposicionamento dos dados residuais for all blocos residuais in o modo de inter-previsão e o modo de previsão de cópia intra bloco. Em outros exemplos, as técnicas determine to reposition blocos residuais in o modo de intra-previsão quando o blocos residuais have tamanho de blocos que é menor que ou igual a um tamanho limite. Em alguns casos, o tamanho limite may be equal to 4x4 or 8x8. In other cases, o tamanho limite may be less than or equal to a tamanho de bloco máximo for which transform skipping is permitted no modo de codificação com perda. In this way, the tamanho de blocos for which rotation pode ser aplicado aos modo de intra-previsão blocos residuais are the same in both the modo de codificação sem perdas e the modo de codificação com perdas using the transform skip mode.

[0036] A Fig. 1 é um diagrama em bloco ilustrando um sistema de codificação e decodificação de vídeo exemplar 10 que pode usar as técnicas descritas nesta divulgação para codificar dados residuais com o pulso transformado. Como mostrado na Fig. 1, o sistema 10 inclui um dispositivo fonte 12 que gera dados de vídeo codificados a serem decodificados, por exemplo, em um momento posterior, por um dispositivo de destino 14. O dispositivo fonte 12 e dispositivo de destino 14 podem compreender qualquer de uma ampla faixa de dispositivos, incluindo computadores de mesa, computadores notebook (i.e., laptop), computadores tablet, decodificadores, aparelhos de telefone como os chamados smartphones, os chamados smartpads, televisores, câmeras, dispositivos de exibição, reprodutores de mídia digital, consoles de vídeo game, dispositivo de streaming de vídeo, ou similares. Em alguns casos, o dispositivo fonte 12 e dispositivo de destino 14 podem ser equipados para a comunicação sem fio.

[0037] O dispositivo de destino 14 pode receber os dados de vídeo codificados para serem decodificados através de um link 16. O link 16 pode compreender qualquer tipo de mídia ou dispositivo capaz de mover os dados de vídeo codificados do dispositivo fonte 12 para o dispositivo de destino 14. Em um exemplo, o link 16 pode compreender um meio de comunicação para permitir que o dispositivo fonte 12 transmita os dados de vídeo codificados diretamente para o dispositivo de destino 14 em tempo real. Os dados de vídeo codificados podem ser modulados de acordo com um padrão de comunicação, como um protocolo de comunicação remota, e transmitidos para o dispositivo de destino 14. O meio de comunicação pode compreender qualquer meio de comunicação com fio ou sem fio, como um espectro de radiofrequência (RF) ou uma ou

mais linhas de transmissão física. O meio de comunicação pode fazer parte de uma rede baseada em pacote, como uma rede de área local, uma rede de área ampla, ou uma rede global como a Internet. O meio de comunicação pode incluir roteadores, comutadores, estações base, ou qualquer outro equipamento que pode ser útil para facilitar a comunicação do dispositivo fonte 12 para o dispositivo de destino 14.

[0038] Alternativamente, os dados codificados podem ser produzidos a partir da interface de saída 22 para um dispositivo de armazenamento 34. Similarmente, os dados codificados podem ser acessados a partir do dispositivo de armazenamento 34 pela interface de entrada. O dispositivo de armazenamento 34 pode incluir qualquer de uma variedade de mídias de armazenamento de dados distribuídas ou acessadas localmente como um disco rígido, discos Blu-ray, DVDs, CD-ROMs, memória flash, memória volátil ou não-volátil, ou qualquer outra mídia de armazenamento digital adequada para armazenar dados de vídeo codificados. Em um exemplo adicional, o dispositivo de armazenamento 34 pode corresponder a um servidor de arquivo ou outro dispositivo de armazenamento intermediário que pode manter o vídeo codificado gerado pelo dispositivo fonte 12. O dispositivo de destino 14 pode acessar os dados de vídeo armazenados a partir do dispositivo de armazenamento 34 através de streaming ou download. O servidor de arquivo pode ser qualquer tipo de servidor capaz de armazenar dados de vídeo codificados e transmitir esses dados de vídeo codificados para o dispositivo de destino 14. Servidores de arquivo exemplares incluem um servidor da web (ex., para um website), um servidor FTP, dispositivos de armazenamento anexos à rede (NAS), ou um disco rígido local. O dispositivo de destino 14 pode acessar os dados de vídeo codificados através de qualquer conexão de dados padrão,

incluindo uma conexão da Internet. Este pode incluir um canal remoto (ex., uma conexão Wi-Fi), uma conexão com fio (ex., DSL, modem a cabo, etc.), ou uma combinação de ambos que é adequada para acessar dados de vídeo codificados armazenados em um servidor de arquivo. A transmissão de dados de vídeo codificados do dispositivo de armazenamento 27 pode ser uma transmissão por streaming, uma transmissão por download, ou uma combinação de ambos.

[0039] As técnicas desta divulgação não são necessariamente limitadas às aplicações ou configurações remotas. As técnicas podem ser aplicadas à codificação de vídeo no suporte de qualquer de uma variedade de aplicações multimídia, como transmissões televisivas pelo ar, transmissões de televisão por cabo, transmissões de televisão por satélite, transmissões de vídeo por streaming, ex., através da Internet, codificação de vídeo digital para armazenamento em uma mídia de armazenamento de dados, decodificação de vídeo digital armazenado em uma mídia de armazenamento de dados, ou outras aplicações. Em alguns exemplos, o sistema 10 pode ser configurado para suportar a transmissão de vídeo de uma via ou duas vias para suportar aplicações como streaming de vídeo, reprodução de vídeo, transmissão de vídeo, e/ou telefonia por vídeo.

[0040] No exemplo da Fig. 1, dispositivo fonte 12 inclui uma fonte de vídeo 18, codificador de vídeo 20 e uma interface de saída 22. Em alguns casos, a interface de saída 22 pode incluir um modulador/demodulador (modem) e/ou um transmissor. No dispositivo fonte 12, a fonte de vídeo 18 pode incluir uma fonte como um dispositivo de captura de vídeo, ex., uma câmera de vídeo, um arquivo de vídeo contendo o vídeo anteriormente capturado, uma interface de alimentação de vídeo para receber o vídeo a partir de um

provedor de conteúdo de vídeo, e/ou um sistema de gráfico de computador para gerar dados de gráficos de computador como o vídeo fonte, ou uma combinação de tais fontes. Como um exemplo, se a fonte de vídeo 18 é uma câmera de vídeo, o dispositivo fonte 12 e dispositivo de destino 14 podem formar os chamados telefones de câmera ou telefones de vídeo. No entanto, as técnicas descritas nesta divulgação podem ser aplicáveis à codificação de vídeo em geral, e podem ser aplicadas às aplicativos remotos e/ou com fio.

[0041] O vídeo capturado, pré-capturado ou gerado por computador pode ser codificado pelo codificador de vídeo 12. Os dados de vídeo codificados podem ser transmitidos diretamente para o dispositivo de destino 14 através da interface de saída 22 do dispositivo fonte 12. Os dados de vídeo codificados podem ser (ou alternativamente) armazenados no dispositivo de armazenamento 34 para acesso posterior pelo dispositivo de destino 14 ou outros dispositivos, para decodificação e/ou reprodução.

[0042] O dispositivo de destino 14 inclui uma interface de entrada 28, um decodificador de vídeo 30, e um dispositivo de exibição 32. Em alguns casos, a interface de saída 28 pode incluir um receptor e/ou um modem. A interface de entrada 28 do dispositivo de destino 14 recebe os dados de vídeo codificados sobre o link 16. Os dados de vídeo codificados comunicados sobre o link 16, ou fornecidos no dispositivo de armazenamento 34, podem incluir uma variedade de elementos de sintaxe gerados pelo codificador de vídeo 20 para uso por um decodificador de vídeo, como decodificador de vídeo 30, na decodificação dos dados de vídeo. Tais elementos de sintaxe podem ser incluídos com os dados de vídeo codificados transmitidos

sobre uma mídia de comunicação, armazenados sobre uma mídia de armazenamento, ou armazenados em um servidor de arquivo.

[0043] O dispositivo de exibição 32 pode ser integrado com, ou externo ao, dispositivo de destino 14. Em alguns exemplos, o dispositivo de destino 14 pode incluir um dispositivo de exibição integrado e também ser configurado para fazer a interface com um dispositivo de exibição externo. Em outros exemplos, o dispositivo de destino 14 pode ser um dispositivo de exibição. Em geral, o dispositivo de exibição 32 exibe os dados de vídeo decodificados para um usuário, e pode compreender qualquer de uma variedade de dispositivos de exibição como um monitor de cristal líquido (LCD), um monitor de plasma, um monitor de diodo de emissão de luz orgânica (OLED), ou qualquer tipo do dispositivo de exibição.

[0044] Dispositivos de vídeo digital implementam técnicas de compressão de vídeo para codificar e decodificar a informação de vídeo digital de modo mais eficiente. A compressão de vídeo pode aplicar a previsão espacial (intra-quadro) e/ou técnicas de previsão temporal (inter-quadro) para reduzir ou remover a redundância inerente nas sequências de vídeo. O codificador de vídeo 20 e decodificador de vídeo 30 podem operar de acordo com um padrão de codificação de vídeo, como o padrão de Codificação de Vídeo de Alta Eficiência (HEVC) atualmente em desenvolvimento, e pode se conformar ao Modelo de Teste de HEVC (HM). Alternativamente, o codificador de vídeo 20 e decodificador de vídeo 30 podem operar de acordo com outros padrões de codificação de vídeo proprietários ou da indústria. As técnicas desta revelação, no entanto, não são limitadas a qualquer padrão de codificação particular.

[0045] Padrões de codificação de vídeo incluem ITU-T H.261, ISO/IEC MPEG-1 Visual, ITU-T H.262 ou ISO/IEC

MPEG-2 Visual, ITU-T H.263, ISO/IEC MPEG-4 Visual e ITU-T H.264 (também conhecido como ISO/IEC MPEG-4 AVC), incluindo suas extensões de Codificação de Vídeo Escalável (SVC) e de Codificação de Vídeo de Multivista (MVC). Além disso, há o novo padrão de codificação de vídeo, a saber HEVC, sendo desenvolvido pela Equipe de Colaboração Conjunta em Codificação de Vídeo (JCT-VC) de ITU-T Grupo de Especialistas de Codificação de Vídeo (VCEG) e ISO/IEC Grupo de Especialistas em Imagem em Movimento (MPEG).

[0046] "Working draft 7," ou "WD7," do próximo padrão HEVC é descrito no documento HCTVC-I1003, Bross et al, "High Efficiency Video Coding (HEVC) Text Specification Draft 7," Equipe Colaborativa Conjunta em Codificação de Vídeo (JCT-VC) de ITU-T SG16 WP3 e ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 9th Meeting: Geneva, Switzerland, 27 de abril de 2012 a 7 de Maio de 2012, que, pode ser baixado em http://phenix.it-sudparis.eu/jct/doc_end_user/documents/9_Geneva/wg11/JCTVC-I1003-v6.zip. Além disso, "working draft 8" ou "WD8" do padrão HEVC é descrito no documento JCTVC-J1003_d7, Bross et al, "High Efficiency Video Coding (HEVC) Text Specification Draft 8," Equipe Colaborativa Conjunta em Codificação de vídeo (JCT-VC) de ITU-T SG16 WP3 e ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 10th Meeting: Stockholm, Sweden, 11-20 de julho de 2012, que está disponível em http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/10_Stockholm/wg11/JCTVC-J1003-v8.zip.

[0047] Um esboço do padrão HEVC no documento JCTVC-L1003v34, Bross et al, "High efficiency Video Coding (HEVC) text specification draft 10," Equipe Colaborativa Conjunta em Codificação de vídeo (JCT-VC) de ITU-T SGI 6 WP3 e ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 12th Meeting: Geneva, CH, 14-23 de Janeiro de 2013, está disponível em <http://phenix.int->

evry.fr/jct/doc_end_user/documents/12_Geneva/wg11/JCTVC-L1003-v34.zip. Extensões de Faixa do padrão HEVC são descritos no documento JCTVC-N1005, Flynn, et al, "High Efficiency Video Coding (HEVC) Range Extensions text specification: Draft 4," Equipe Colaborativa Conjunta em Codificação de vídeo (JCT-VC) de ITU-T SG16 WP3 e ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 14th Meeting: Vienna, Austria, 25 July -02 August 2013, que está disponível em http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/14_Vienna/wg11/JCTVC-N1005-v3.zip.

[0048] Embora não mostrado da Fig. 1, em alguns aspectos, o codificador de vídeo 20 e decodificador de vídeo 30 podem cada ser integrados com um codificador e decodificador de áudio, e podem incluir unidades MUX-DEMUX adequadas, ou outro hardware e software, para manejar a codificação tanto de áudio quanto de vídeo em um fluxo de dados comum ou fluxos de dados separados. Se aplicável, em alguns exemplos, as unidades MUX-DEMUX podem se conformar ao protocolo do multiplexador ITU H.223, ou outros protocolos como o protocolo de datagrama do usuário (UDP).

[0049] O codificador de vídeo 20 e decodificador de vídeo 30 cada pode ser implementado como qualquer de uma variedade de circuitos de codificador adequado, como um ou mais microprocessadores, processadores de sinal digital (DSPs), circuitos integrados de aplicação específica (ASICs), arranjos de porta programáveis em campo (FPGAs), lógica discreta, software, hardware, firmware ou qualquer combinação dos mesmos. Quando as técnicas são implementadas parcialmente em software, um dispositivo pode armazenar as instruções para o software em uma mídia legível por computador adequada, não-transitória e executar as instruções em hardware usando um ou mais processadores para realizar as técnicas desta divulgação. Cada

codificador de vídeo 20 e decodificador de vídeo 30 pode ser incluído em um ou mais codificadores ou decodificadores, cada um dos quais pode ser integrado como parte de um codificador/decodificador (CODEC) em um respectivo dispositivo.

[0050] O JCT-VC está trabalhando no desenvolvimento do padrão HEVC. Os esforços de padronização de HEVC são baseados em um modelo de evolução de um dispositivo de codificação de vídeo referido como o modelo de teste de HEVC (HM). O HM presume vários recursos adicionais dos dispositivos relativos aos dispositivos existentes de acordo com a codificação de vídeo, por exemplo, ITU-T H.264/AVC. Por exemplo, enquanto H.264 oferece nove modos de codificação de intra-previsão, o HM pode fornecer até trinta e quatro modos de codificação de intra-previsão.

[0051] Em geral, o modelo em funcionamento da HM descreve que um quadro ou imagem de vídeo pode ser dividido em uma ou mais fatias, que podem ser divididas ainda em uma sequência de treeblocks ou unidades de codificação maiores (LCU), que podem ser ainda divididas em unidades de codificação (CUs). Uma CU geralmente refere-se a uma região da imagem que serve como uma unidade básica à qual várias ferramentas de codificação são aplicadas para compressão de vídeo. Uma CU normalmente tem um componente de luminância, denotado como Y, e dois componentes croma, denotados como U e V. Dependendo do formato de amostragem de vídeo, o tamanho dos componentes U e V, em termos de número de amostras, pode ser igual ou diferente do tamanho do componente Y. Uma CU é tipicamente quadrada, e pode ser considerada similar a um chamado macrobloco, ex., sob outros padrões de codificação de vídeo como ITU-T H.264. A codificação, de acordo com alguns dos aspectos atualmente

propostos do padrão HEVC em desenvolvimento será descrita neste pedido para fins de ilustração. No entanto, as técnicas descritas nesta revelação podem ser úteis para outros processos de codificação de vídeo, como aqueles definidos de acordo com H.264 ou outros processos de codificação de vídeo padrão ou proprietários.

[0052] De acordo com a HM, uma CU inclui um nó de codificação e uma ou mais unidades de previsão (PUs) e/ou uma ou mais unidades de transformada (TUs) associadas com o nó de codificação. Dados de sintaxe dentro de um bitstream podem definir um treeblock ou LCU, que é uma CU maior em termos de número de pixels. Em geral, uma CU tem uma finalidade similar a um macrobloco de H.264, exceto pelo fato de que uma CU não tem uma distinção de tamanho. Assim, uma CU pode ser dividida em sub-CUs. Em geral, referências nesta revelação a uma CU podem se referir a uma unidade de codificação maior de uma imagem ou uma sub-CU de uma LCU. Uma LCU pode ser dividida em sub-CUs, e cada sub-CU pode ser ainda dividida em sub-CUs. Dados de sintaxe para um bitstream podem definir um número máximo de vezes que uma LCU pode ser dividida, referido como a profundidade da CU. Assim, um bitstream também pode definir uma unidade de codificação menor (SCU). Esta revelação também usa o termo "bloco" ou "porção" para se referir a qualquer de uma CU, PU, ou TU. Em geral, "porção" pode se referir a qualquer sub-conjunto de um quadro de vídeo.

[0053] Uma LCU pode ser associada com uma estrutura de dados de quadtree. Em geral, uma estrutura de dados de quadtree inclui um nó por CU, onde um nó raiz corresponde a uma LCU. Se uma CU é dividida em quatro sub-CUs, o nó correspondente à CU inclui quatro **nós folha ou filho**, cada um dos quais corresponde a uma das sub-CUs. Cada nó da estrutura de dados de quadtree pode fornecer

dados de sintaxe para a CU correspondente. Por exemplo, um nó no quadtree pode incluir uma bandeira de divisão, indicando se a CU correspondente ao nó é dividida em sub-CUs. Os elementos de sintaxe para uma CU podem ser definidos recursivamente, e podem depender de se a CU is dividida em sub-CUs. Se uma CU não está dividida ainda, ela pode ser referida como uma CU-folha.

[0054] Além disso, as TUs das CUs-folha também podem ser associadas com as respectivas estruturas de dados de quadtree, como um quadtree residual (RQT). Ou seja, uma CU-folha pode incluir um quadtree indicando como a CU-folha is dividida em TUs. Esta revelação refere-se ao quadtree que indica como uma LCU é dividida como um quadtree de CU e o quadtree que indica como a CU-folha é dividida em TUs como um quadtree de TU. O nó raiz de um quadtree de TU geralmente corresponde a uma CU-folha, enquanto o nó raiz de um quadtree de CU geralmente corresponde a uma LCU. As TUs do quadtree de TU que não são divididas são referidas como Tus-folha. Uma TU pode ser quadrada ou não-quadrada no formato.

[0055] Uma CU-folha pode incluir uma ou mais PUs. Em geral, uma PU representa todas ou uma porção da CU correspondente, e pode incluir dados para recuperar uma amostra de referência para a PU. Por exemplo, quando a PU é codificada no intra-modo, a PU pode incluir dados que descrevem um modo de intra-previsão para a PU. Como outro exemplo, quando a PU é codificada no inter-modo, a PU pode incluir dados que definem um vetor de movimento para a PU. Os dados que definem o vetor de movimento podem descrever, por exemplo, um componente horizontal do vetor de movimento, um componente vertical do vetor de movimento, uma resolução para o vetor de movimento (ex., precisão de pixel de um quarto ou precisão de pixel de um oitavo), um

quadro de referência para o qual o vetor de movimento aponta, e/ou uma lista de referência (ex., lista 0 ou lista 1) para o vetor de movimento. Os dados para a CU-folha que definem as PUs também podem descrever, por exemplo, divisão da CU em uma ou mais PUs. Modos de divisão podem diferir dependendo de se a CU é não codificada, codificada no modo de intra-previsão, ou codificada no modo de inter-previsão. Para a intra codificação, uma PU pode ser tratada igual a uma TU-folha. As PUs podem ser divididas para serem quadradas ou não-quadradas no formato.

[0056] Em geral, uma TU é usada para os processos de transformada e quantificação. Após a previsão, os valores de dados residuais são calculados para o bloco de vídeo identificado pelo nó de codificação usando um bloco preditivo. O nó de codificação é então atualizado para fazer referência aos valores residuais e não ao bloco de vídeo original. Os valores residuais compreendem valores de diferença de pixel que podem ser transformados em coeficientes de transformada, quantificados, e escaneados para produzir coeficientes de transformada em série para codificação de entropia. O nó de codificação pode mais uma vez ser atualizado para se referir a estes coeficientes de transformada em série.

[0057] Uma sequência de vídeo normalmente inclui uma série de quadros de vídeo ou imagens. Um grupo de imagens (GOP) geralmente compreende uma série de uma ou mais das imagens de vídeo. Um GOP pode incluir dados de sintaxe em um cabeçalho do GOP, um cabeçalho de uma ou mais imagens, ou em outro lugar, que descreve um número de imagens incluído no GOP. Cada fatia de uma imagem pode incluir dados de sintaxe de fatia que descrevem um modo de codificação para a respectiva fatia. Cada fatia é ainda dividida em blocos de vídeo que são usados para codificar

os dados de vídeo. Um bloco de vídeo pode corresponder a um nó de codificação dentro de uma CU. Os blocos de vídeo podem ter tamanhos fixos ou variáveis, e podem diferir em tamanho de acordo com um padrão de codificação especificado.

[0058] Como exemplo, o HM suporta a previsão em vários tamanhos de PU. Assumindo-se que o tamanho de uma CU particular é $2N \times 2N$, o HM suporta a intra-previsão em tamanhos de PU de $2N \times 2N$ ou $N \times N$, e a inter-previsão em tamanhos simétricos de PU de $2N \times 2N$, $2N \times N$, $N \times 2N$, ou $N \times N$. O HM também suporta a divisão assimétrica para a inter-previsão em tamanhos de PU de $2N \times nU$, $2N \times nD$, $nL \times 2N$ e $nR \times 2N$. Na divisão assimétrica, uma direção de uma CU não é dividida, enquanto a outra direção é dividida em 25% e 75%. A parte da CU correspondente à divisão de 25% é indicada por um "n" seguido por uma indicação de "Cima", "Baixo", "Esquerda" ou "Direita". Assim, por exemplo, " $2N \times nU$ " refere-se a uma CU de $2N \times 2N$ dividida horizontalmente com uma PU de $2N \times 0,5N$ na parte superior e de $2N \times 1,5N$ PU na parte inferior.

[0059] Nesta divulgação, " $N \times N$ " e "N por N" podem ser usados indistintamente para referir-se as dimensões de pixel de um bloco de vídeo em termos de dimensões verticais e horizontais, por exemplo, 16×16 pixels ou 16 por 16 pixels. Em geral, um bloco de 16×16 terá 16 pixels em uma direção vertical ($y = 16$) e 16 pixels em uma direção horizontal ($x = 16$). Do mesmo modo, um bloco de $N \times N$ geralmente tem N pixels em uma direção vertical e N pixels em uma direção horizontal, em que N representa um valor inteiro positivo. Os pixels de um bloco podem ser dispostos em filas e colunas. Além disso, os blocos não têm necessariamente de ter o mesmo número de pixels na direção horizontal que na direção vertical. Por exemplo, os blocos

podem compreender $N \times M$ pixels, em que M não é necessariamente igual a N .

[0060] Para codificar um bloco (ex., uma PU de dados de vídeo), um previsor para o bloco é derivado primeiro. O previsor, também referido como um bloco preditivo, pode ser derivado ou através da intra (I) previsão (i.e., previsão espacial) ou inter (P ou B) previsão (i.e. previsão temporal). Consequentemente, algumas unidades de previsão podem ser intra-codificadas (I) usando a previsão espacial com relação às amostras de referência nos blocos de referência vizinhos no mesmo quadro (ou fatia), e outras unidades de previsão podem ser uni-direcionalmente inter-codificadas (P) ou bi-direcionalmente inter-codificadas (B) com relação aos blocos das amostras de referência em outros quadros anteriormente codificados (ou fatias). Em cada caso, as amostras de referência podem ser usadas para formar um bloco preditivo para um bloco a ser codificado.

[0061] Mediante identificação de um bloco preditivo, a diferença entre o bloco de dados de vídeo original e seu bloco preditivo é determinada. Esta diferença pode ser referida como os dados residuais de previsão, e indica as diferenças de pixel entre os valores de pixel no bloco para os valores de amostra codificados e de pixel no bloco preditivo selecionado para representar o bloco codificado. Para conseguir melhor compressão, os dados residuais de previsão podem ser transformados, ex., usando uma transformada de cosseno discreta (DCT), uma transformada de número inteiro, uma transformada de Karhunen-Loeve (K-L), ou outra transformada.

[0062] Os dados residuais em um bloco de transformada, como uma TU, podem ser dispostos em uma

matriz bidimensional (2D) de valores de diferença de pixel que residem no domínio espacial, de pixel. Uma transformada converte os valores de pixel residuais em uma matriz bidimensional de coeficientes de transformada em um domínio de transformada, como um domínio de frequência. Para compressão adicional, os coeficientes de transformada podem ser quantificados antes da codificação de entropia. A quantificação geralmente refere-se a um processo no qual os coeficientes de transformada são quantificados para possivelmente reduzir a quantidade de dados usada para representar os coeficientes. O processo de quantificação pode reduzir a profundidade de bit associada com alguns ou todos os coeficientes. Por exemplo, um valor de bit n pode ser arredondado para baixo para um valor de bit m durante a quantificação, onde n é maior que m .

[0063] Para codificar a entropia de um bloco de coeficientes de transformada quantificados, um processo de escaneamento é normalmente realizado de modo que a matriz bidimensional (2D) dos coeficientes de transformada quantificados em um bloco é reorganizada, de acordo com uma ordem de escaneamento particular, em uma matriz ordenada, unidimensional (1D), i.e., vetor, de coeficientes de transformada. Em alguns exemplos, uma ordem de escaneamento predefinida é usada para escanear os coeficientes de transformada quantificados para produzir um vetor em série que pode ser codificado por entropia. Em outros exemplos, uma escaneamento adaptativo pode ser realizado.

[0064] A codificação de entropia é então aplicada ao vetor de coeficientes de transformada. O escaneamento dos coeficientes de transformada quantificados em uma unidade de transformada coloca em série a matriz 2D dos coeficientes de transformada para o codificador de entropia. Um mapa de significância pode ser gerado para

indicar as posições dos coeficientes significativos (i.e., não-zero). O escaneamento pode ser aplicado aos níveis de escaneamento dos coeficientes significativos (i.e., não-zero), e/ou para codificar sinais dos coeficientes significativos. Um codificador de entropia aplica a codificação de entropia, como Codificação de Comprimento Variável de Contexto Adaptativo (CAVLC), Codificação Aritmética Binária de Contexto Adaptativo (CABAC), Codificação de Entropia de Divisão de Intervalo de Probabilidade (PIPE), ou similares, ao vetor unidimensional dos coeficientes de transformada quantificados escaneados.

[0065] Para realizar a CABAC, um contexto dentro de um modelo de contexto é atribuído a um símbolo a ser transmitido. O contexto pode se referir a, por exemplo, se os valores vizinhos do símbolo são não-zero ou não. Para realizar a CAVLC, um código de comprimento variável é selecionado para um símbolo a ser transmitido. As palavras código na VLC podem ser construídas de modo que códigos relativamente mais curtos correspondem aos símbolos mais prováveis, enquanto códigos mais longos correspondem aos símbolos menos prováveis. Deste modo, o uso da VLC pode conseguir uma economia de bit, por exemplo, usando palavras código de comprimento igual para cada símbolo a ser transmitido. A determinação de probabilidade pode ser com base em um contexto atribuído ao símbolo.

[0066] Em alguns casos, uma transformada pode ser pulada antes de codificar os dados residuais de um bloco residual de previsão. Em um exemplo, o bloco residual pode ser codificado usando o modo de codificação com perdas em um modo de pulo de transformada no qual a transformada não é aplicada ao bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual. Neste caso, a quantificação pode ainda ser realizada nos dados residuais

do bloco residual. Por exemplo, HEVC usa um elemento de sintaxe para indicar o modo de pulo de transformada para uma TU, i.e., o elemento de sintaxe da bandeira de pulo de transformada. Em outro exemplo, o bloco residual pode ser codificado usando o modo de codificação sem perdas no qual ambas a transformada e quantificação são puladas para conseguir a codificação sem perdas dos dados residuais no bloco residual. Por exemplo, a HEVC usa um elemento de sintaxe para indicar o modo de codificação sem perdas para uma CU, i.e., o elemento de sintaxe `cu_transquant_bypass_flag`.

[0067] Em JCTVC-J0093 (He, D. et al, "Rotation of Residual Block for Transform Skipping," Equipe Colaborativa Conjunta em Codificação de Vídeo (JCT-VC) de ITU-T SGI 6 WP3 e ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 10th Meeting: Stockholm, Sweden, 11-20 de julho de 2012), propõe-se que quando uma transformada é pulada para um bloco residual no modo de intra-previsão, o bloco residual é automaticamente girado em 180 graus antes de aplicar a codificação de entropia dos dados residuais. Uma ideia similar é proposta em JCTVC-J0053 (An, J. et al., "Residue Scan for Intra Transform Skip Mode," Equipe Colaborativa Conjunta em Codificação de vídeo (JCT-VC) de ITU-T SGI 6 WP3 e ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 10th Meeting: Stockholm, Sweden, 11-20 de julho de 2012) onde a direção do escaneamento dos dados residuais no bloco residual de intra-previsão (i.e., os valores de diferença de pixel) para codificação de entropia é alterada automaticamente para alcançar o mesmo propósito. Da mesma forma, em JCTVC-K0294 (Weerakkody, R. et al., "Mirroring of Coefficients for Transform Skipping," Equipe Colaborativa Conjunta em Codificação de vídeo (JCT-VC) de ITU-T SG16 WP3 e ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 11th Meeting: Shanghai, China, 10-19 de outubro de 2012), propõe-se que,

dependendo do escaneamento sendo usado, os dados residuais no bloco residual de intra-previsão são automaticamente lançados ao longo da diagonal principal ou a anti-diagonal do bloco residual.

[0068] Além disso, no modo de codificação sem perda, uma transformada sempre é pulada para um bloco residual. JCTVC-J0093 propõe estender a rotação automática do bloco residual de previsão em 180 graus para o modo de codificação sem perdas para ambos os modos de intra-previsão e inter-previsão. Algumas destas ideias também são discutidas em JCTVC-J0468 (Tsukuba et al, "Combination of JCTVC-J0069 e JCTVC-J0093," Equipe Colaborativa Conjunta em Codificação de vídeo (JCT-VC) de ITU-T SG 16 WP 3 e ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, 10th Meeting, Stockholm, Sweden, Julho de 2012), e JCTVC-M0333 (Sole et al., "AhG8: Residual rotation e significance map context for screen content coding," Equipe Colaborativa Conjunta on Codificação de vídeo (JCT-VC) de ITU-T SG 16 WP 3 e ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, 13th Meeting, Incheon, KR, Abril de 2013). Os métodos propostos em JCTVC-J0053 e JCTVC-K0294 também podem ser estendidos para o modo de codificação sem perdas para ambos os modos de intra-previsão e de inter-previsão.

[0069] Na intra-codificação, as amostras a partir das quais a previsão é realizada são posicionadas no lado esquerdo ou o lado superior de um bloco de vídeo. Na medida em que a distância das amostras preditivas a partir do lado superior e o lado esquerdo aumenta, o erro de previsão tende a aumentar. Por esta razão, os valores de amostra dos dados residuais no canto direito inferior do bloco residual normalmente tem magnitudes absolutas maiores em comparação com aquelas no canto superior esquerdo. A codificação do coeficiente de transformada, i.e., codificação de entropia, é projetada assumindo que dados

residuais de energia mais alta são concentrados no canto superior esquerdo. Para os blocos residuais de intra-previsão, portanto, a rotação automática do bloco de vídeo residual por 180 graus é eficaz para melhorar a eficiência da codificação de entropia quando o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada é usado.

[0070] Os blocos residuais codificados no modo sem perdas, no entanto, pode usar blocos residuais de intra-previsão ou blocos residuais de inter-previsão. Para os blocos residuais de inter-previsão, os dados residuais não possuem a propriedade descrita acima para blocos residuais de intra-previsão. Pode não ser sempre desejável realizar a rotação automática por 180 graus para blocos residuais de inter-previsão.

[0071] As técnicas desta revelação incluem, com base em uma transformada sendo pulada para um bloco residual, determinar quando ou não girar o bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual. Em alguns exemplos, um valor de rotação para o bloco residual pode ser explicitamente sinalizado em um bitstream entre o codificador de vídeo 20 e decodificador de vídeo 30. Em outros exemplos, o codificador de vídeo 20 e o decodificador de vídeo 30 podem cada determinar independentemente quando girar o bloco residual com base em um tipo de limite em duas ou mais bordas do bloco residual.

[0072] Em JCTVC-G281 (An, J. et al, "Non-CE7: Boundary-Dependent Transform for Inter-Predicted Residue," Equipe Colaborativa Conjunta de Codificação de vídeo (JCTVC) de ITU-T SG16 WP3 e ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 7th Meeting: Geneva, Switzerland, 21-30 de novembro de 2011), a seguinte observação foi feita com relação à energia dos dados residuais inter-previstos. Para um bloco residual que compreende uma TU, se um bloco vizinho em uma borda

particular (parte de cima, parte de baixo, esquerda ou direita) do bloco residual pertence à mesma PU que o bloco residual, i.e., o bloco vizinho é uma TU que pertence à mesma PU, a borda particular é um limite de TU e os dados residuais no limite de TU tipicamente tem energia mais baixa do que os dados residuais médios do bloco residual. Por outro lado, se um bloco vizinho em uma borda particular do bloco de vídeo residual pertence a uma PU diferente do bloco residual, i.e., o bloco vizinho é uma TU que pertence a uma PU diferente, uma borda particular é um limite de PU e os dados residuais no limite de TU tipicamente tem energia mais alta do que os dados residuais médios do bloco residual. Nesta revelação, um nível de energia dos dados residuais em uma borda do bloco residual é proporcional ao tamanho dos dados residuais, i.e., a magnitude absoluta das diferenças de pixel para os valores de amostra dos dados residuais na borda do bloco de vídeo residual.

[0073] Com base na observação ainda, as técnicas desta revelação incluem girar um bloco residual de inter-previsão com pulso de transformada com base em um tipo de limite em duas ou mais bordas do bloco residual. De acordo com as técnicas, uma unidade de reposicionamento incluída em um codificador de vídeo ou um decodificador de vídeo determina um tipo de limite em duas ou mais bordas do bloco residual, e então determina, com base no tipo de limite nas bordas, quando girar o bloco residual para posicionar os dados residuais nos limites de PU do bloco residual original em um canto superior esquerdo do bloco residual girado. As técnicas podem ser realizadas por um codificador de vídeo, como codificador de vídeo 20 ou decodificador de vídeo 30.

[0074] Em alguns exemplos, a unidade de reposicionamento determina ou girar o bloco residual por um

valor de rotação predeterminado, ex., 180 graus, ou não girar o bloco residual. Em outros exemplos, a unidade de reposicionamento determina um valor de rotação pelo qual girar o bloco residual a partir de dois ou mais valores de rotação, ex., 0 graus ou nenhuma rotação, 180 graus, 90 graus ou 270 graus. No lado da decodificação, a rotação é selecionada para posicionar os dados residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual girado antes de codificar os dados residuais do bloco residual para melhorar eficiência da codificação de entropia. No lado de decodificação, a rotação reverte a rotação realizada durante a codificação e retorna os dados residuais com energia mais alta do que a média para sua posição original no bloco residual original para reconstruir um bloco de vídeo a partir do bloco residual usando um bloco preditivo.

[0075] A FIG. 2 é um diagram em bloco que ilustra um codificador de vídeo exemplar 20 que pode implementar as técnicas descritas nesta revelação para determinar quando girar um bloco residual antes de codificar os dados residuais do bloco residual. O codificador de vídeo 20 pode realizar a intra- e inter-codificação de blocos de vídeo dentro das fatias de vídeo. Intra-codificação baseia-se na previsão espacial para reduzir ou remover a redundância espacial no vídeo dentro de um dado quadro de vídeo ou imagem. A inter-codificação baseia-se na previsão temporal para reduzir ou remover a redundância espacial no vídeo dentro de quadros ou imagens adjacentes de uma sequência de vídeo. O intra-modo (modo I) pode se referir a qualquer dos vários modos de compressão baseados no espaço. Inter-modos, como previsão unidirecional (modo P) ou bi-previsão (modo B), pode se

referir a qualquer dos vários modos de compressão baseados no tempo.

[0076] No exemplo da Fig. 2, o codificador de vídeo 20 inclui uma unidade de divisão 35, unidade de processamento de previsão 41, memória da imagem de referência 64, somador 50, unidade de processamento de transformada 52, unidade de quantificação 54, unidade de reposicionamento 66 e unidade de codificação de entropia 56. A unidade de processamento de previsão 41 inclui a unidade de estimativa de movimento 42, unidade de compensação do movimento 44, e unidade de processamento de intra-previsão 46. Para a reconstrução do bloco de vídeo, o codificador de vídeo 20 também inclui a unidade de quantificação inversa 58, unidade de processamento de transformada inversa 60, e somador 62. Um filtro de desbloqueio (não mostrado na FIG. 2) também pode ser incluído para filtrar os limites do bloco para remover os artefatos de bloqueio do vídeo reconstruído. Se desejado, o filtro de desbloqueio tipicamente filtraria a saída do somador 62. Filtros de circuito adicionais (no circuito ou pós circuito) também podem ser usados além do filtro de desbloqueio.

[0077] Como mostrado na Fig. 2, o codificador de vídeo 20 recebe dados de vídeo, e a unidade de divisão 35 divide os dados em blocos de vídeo. Esta divisão também podem incluir a divisão em fatias, fileiras ou outras unidades maiores, assim como a divisão de bloco de vídeo, ex., de acordo com uma estrutura de quadtree das LCUs e CUs. O codificador de vídeo 20 geralmente ilustra os componentes que codificam blocos de vídeo dentro de uma fatia de vídeo a ser codificada. A fatia pode ser dividida em vários blocos de vídeo (e possivelmente em conjuntos de blocos de vídeo referidos como fileiras). A unidade de

processamento de previsão 41 pode selecionar um de uma pluralidade de modos de codificação possíveis, como um de uma pluralidade de modos de intra-codificação ou um de uma pluralidade de modos de inter-codificação, para o bloco de vídeo atual com base nos resultados de erro (ex., a taxa de codificação e o nível de distorção). A unidade de processamento de previsão 41 pode fornecer o bloco intra- ou inter-codificado resultante ao somador 50 para gerar os dados do bloco residual e para o somador 62 reconstruir o bloco codificado para uso como uma imagem de referência.

[0078] A unidade de processamento de intra-previsão 46 dentro da unidade de processamento de previsão 41 pode realizar a codificação intra-previsiva do bloco de vídeo atual em relação a um ou mais blocos vizinhos no mesmo quadro ou fatia que o bloco atual a ser codificado para fornecer a compressão espacial. A unidade de estimativa de movimento 42 e unidade de compensação do movimento 44 dentro da unidade de processamento de previsão 41 realizam a codificação inter-previsiva do bloco de vídeo atual em relação a um ou mais blocos de previsão em uma ou mais imagens de referência para fornecer a compressão temporal.

[0079] A unidade de estimativa de movimento 42 pode ser configurada para determinar o modo de inter-previsão para uma fatia de vídeo de acordo com um padrão predeterminado para uma sequência de vídeo. O padrão predeterminado pode designar fatias de vídeo na sequência como fatias P e fatias B. A unidade de estimativa do movimento 42 e unidade de compensação de movimento 44 podem ser altamente integradas, mas são ilustradas separadamente para fins conceituais. A estimativa de movimento, realizadas pela unidade de estimativa do movimento 42, é o processo de geração dos vetores de movimento, que estima o

movimento para blocos de vídeo. Um vetor de movimento, por exemplo, pode indicar o deslocamento de uma PU de um bloco de vídeo dentro de um quadro de vídeo ou imagem atual em relação a um bloco preditivo dentro de uma imagem de referência.

[0080] Um bloco preditivo é um bloco que é descoberto por corresponder muito de perto à PU do bloco de vídeo a ser codificado, em termos de diferença de pixel, que pode ser determinada pela soma da diferença absoluta (SAD), soma da diferença ao quadrado (SSD), ou outras métricas de diferença. Em alguns exemplos, o codificador de vídeo 20 pode calcular valores para as posições de pixel sub-inteiras das imagens de referência armazenadas na memória de imagem 64. Por exemplo, codificador de vídeo 20 pode interpolar valores de posições de pixel de um quarto, posições de pixel de um oitavo, ou outras posições de pixel fracionárias da imagem de referência. Portanto, a unidade de estimativa do movimento 42 pode realizar uma busca de movimento em relação às posições de pixel cheias e posições de pixel fracionárias e produzir um vetor de movimento com a precisão de pixel fracionária.

[0081] A unidade de estimativa do movimento 42 calcula um vetor de movimento para uma PU de um bloco de vídeo em uma fatia inter-codificada pela comparação da posição da PU com a posição de um bloco preditivo de uma imagem de referência. A imagem de referência pode ser escolhida a partir da primeira lista de imagem de referência (Lista 0) ou segunda lista de imagem de referência (Lista 1), cada uma das quais identifica uma ou mais imagens de referência armazenadas na memória da imagem de referência 64. A unidade de estimativa do movimento 42 envia o vetor de movimento calculado para a unidade de

codificação de entropia 56 e unidade de compensação de movimento 44.

[0082] A compensação do movimento, realizada pela unidade de compensação de movimento 44, pode envolver buscar ou gerar o bloco preditivo com base no vetor de movimento determinado pela estimativa do movimento, possivelmente pela realização de interpolações para precisão de sub-pixel. Mediante recebimento do vetor de movimento para a PU do bloco de vídeo atual, a unidade de compensação de movimento 44 pode localizar o bloco preditivo para o qual o vetor de movimento aponta em uma das listas de imagem de referência. O codificador de vídeo 20 forma um bloco de vídeo residual pela subtração dos valores de pixel do bloco preditivo dos valores de pixel do bloco de vídeo atual sendo codificado, formando valores de diferença de pixel. Os valores de diferença de pixel formam dados residuais para o bloco, e podem incluir tanto componentes de diferença luma quanto croma. O somador 50 representa a componente ou componentes que realizam esta operação de subtração. A unidade de compensação de movimento 44 também pode gerar elementos de sintaxe associados com os blocos de vídeo e a fatia de vídeo para uso pelo decodificador de vídeo 30 na decodificação dos blocos de vídeo da fatia de vídeo.

[0083] A unidade de processamento de intra-previsão 46 pode intra-prever um bloco atual, como uma alternativa à inter-previsão realizada pela unidade de estimativa do movimento 42 e unidade de compensação de movimento 44, como descrito acima. Em particular, a unidade de processamento de intra-previsão 46 pode determinar um modo de intra-previsão para usar para codificar um bloco atual. Em alguns exemplos, a unidade de processamento de intra-previsão 46 pode codificar um bloco atual usando

vários modos de intra-previsão, ex., durante passagens de codificação separadas, e unidade de processamento de intra-previsão 46 pode escolher um modo de intra-previsão adequado para uso a partir dos modos testados. Por exemplo, a unidade de processamento de intra-previsão 46 pode calcular os valores de distorção de taxa usando uma análise de distorção de taxa para os vários modos de intra-previsão testados, e escolher o modo de intra-previsão tendo as melhores características de distorção de taxa dentre os modos testados. A análise de distorção de taxa geralmente determina uma quantidade de distorção (ou erro) entre um bloco codificado e um original, bloco não codificado que foi codificado para produzir o bloco codificado, assim como uma taxa de bit (isto é, um número de bits) usada para produzir o bloco codificado. A unidade de intra-previsão 46 pode calcular as razões a partir das distorções e taxas para os vários blocos codificados para determinar qual modo de intra-previsão exibe o melhor valor de distorção de taxa para o bloco.

[0084] Em qualquer caso, após selecionar um modo de intra-previsão para um bloco, a unidade de processamento de intra-previsão 46 pode fornecer a informação indicativa do modo de intra-previsão escolhido para o bloco para a unidade de codificação de entropia 56. A unidade de codificação de entropia 56 pode codificar a informação que indica o modo de intra-previsão selecionado de acordo com as técnicas desta divulgação. O codificador de vídeo 20 pode incluir nos dados da configuração do bitstream transmitido, que podem incluir uma pluralidade de tabelas do índice de modo de intra-previsão e um pluralidade de tabelas do índice de modo de intra-previsão modificadas (também referidas como tabelas de mapeamento de palavra código), as definições dos contextos de codificação

para vários blocos, e indicações de um modo de intra-previsão mais provável, uma tabela do índice do modo de intra-previsão, e uma tabela do índice de modo de intra-previsão modificado para usar para cada um dos contextos.

[0085] Após a unidade de processamento de previsão 41 gerar o bloco preditivo para o bloco de vídeo atual ou através da inter-previsão ou intra-previsão, o codificador de vídeo 20 forma blocos de vídeo residuais pela subtração do bloco preditivo do bloco de vídeo atual. Dados residuais nos blocos de vídeo residuais compreendem valores de diferença de pixel entre o bloco de vídeo atual a ser codificado e o bloco preditivo. Os blocos de vídeo residuais podem compreender uma ou mais TUs que incluem pelo menos uma porção dos dados residuais para o bloco de vídeo. Quando o bloco de vídeo é codificados usando o modo de codificação com perdas, cada um dos blocos residuais são aplicadas à unidade de processamento de transformada 52. A unidade de processamento de transformada 52 transforma os dados residuais em coeficientes de transformada residuais usando uma transformada, como uma transformada de cosseno discreta (DCT) ou uma transformada conceitualmente similar. A unidade de processamento de transformada 52 pode converter os dados de vídeo residuais de um domínio de pixel para um domínio de transformada, como um domínio de frequência.

[0086] A unidade de processamento de transformada 52 pode enviar os coeficientes de transformada resultantes para a unidade de quantificação 54. A unidade de quantificação 54 quantifica os coeficientes de transformada para reduzir ainda mais a taxa de bit. O processo de quantificação pode reduzir a profundidade de bit associada com alguns ou todos os coeficientes. O grau de quantificação pode ser modificado pelo ajuste de um

parâmetro de quantificação. Em alguns exemplos, a unidade de quantificação 54 pode então realizar uma varredura da matriz incluindo os coeficientes de transformada quantificados. Alternativamente, a unidade de codificação de entropia 56 pode realizar a varredura.

[0087] Quando o bloco de vídeo é codificado usando o modo de codificação com perdas em um modo de pulso de transformada, uma transformada não é aplicada aos blocos residuais. Além disso, quando o bloco de vídeo é codificado usando o modo de codificação sem perdas, nem uma transformada nem a quantificação é aplicada aos blocos residuais. De acordo com as técnicas desta revelação, quando a transformada é pulada para um bloco residual, o bloco residual é aplicado à unidade de reposicionamento 66. Neste caso, os dados residuais permanecem no domínio de pixel e compreendem valores de diferença de pixel em posições de pixel espaciais. Isto é oposto à conversão dos dados residuais para o domínio de transformada como coeficientes de transformada nas posições correspondentes aos componentes de frequência usando a unidade de processamento de transformada 52.

[0088] A unidade de reposicionamento 66 determina quando ou não girar o bloco residual para posicionar os dados residuais com energia mais alta, i.e., valores de diferença de pixel maiores, do que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual. O deslocamento dos dados residuais de alta energia tipicamente ocorre como resultado do processo de transformada realizado pela unidade de processamento de transformada 52. Quando a transformada é pulada, no entanto, pode ser desejável girar o bloco residual porque a unidade de decodificação de entropia 56 foi projetada com base na suposição de que os

dados residuais de alta energia seriam concentrados em um canto superior esquerdo de um bloco residual transformado.

[0089] No caso dos blocos residuais de intra-previsão, a unidade de reposicionamento 66 pode girar automaticamente os blocos residuais por 180 graus para posicionar os dados residuais com energia mais alta do que a média no canto superior esquerdo do bloco residual. Quando uma transformada é pulada para blocos residuais de intra-previsão, os dados residuais de alta energia tipicamente concentra no canto direito inferior de modo que a rotação de 180 graus irá melhorar a eficiência da codificação de entropia. No caso dos blocos residuais de inter-previsão, os dados residuais de alta energia podem ser concentrados em qualquer posição dentro dos blocos residuais. Nesse caso, a unidade de reposicionamento 66 pode primeiro determinar quando girar o bloco residual e depois, com base na determinação, ou girar o bloco residual por um valor de rotação determinado ou não girar o bloco residual. Em alguns exemplos, a unidade de reposicionamento 66 pode aplicar o valor de rotação determinado para o bloco residual em uma direção anti-horária. Operações exemplares para determinar quando girar um bloco residual de inter-previsão são descritas em mais detalhe com relação às FIGs. 5 a 8.

[0090] Para o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada, a unidade de reposicionamento 66 envia o bloco residual girado para a unidade de quantificação 54 para compressão adicional antes da codificação de entropia pela unidade de decodificação de entropia 56. Em alguns casos, o bloco residual pode ser enviado para a unidade de quantificação 54 antes de determinar quando girar o bloco residual com a unidade de reposicionamento 66. Para o modo de codificação sem perdas,

a unidade de reposicionamento 66 envia o bloco residual girado diretamente para a unidade de decodificação de entropia 56 para a codificação da entropia sem qualquer compressão adicional.

[0091] A unidade de decodificação de entropia 56 codifica a entropia dos coeficientes residuais, ex., coeficientes de transformada quantificados, coeficientes residuais quantificados ou coeficientes residuais não comprimidos. Por exemplo, a unidade de decodificação de entropia 56 pode realizar a Codificação de Comprimento Variável de Contexto Adaptativo (CAVLC), Codificação Aritmética Binária de Contexto Adaptativo (CABAC), codificação aritmética binária de contexto adaptativo baseada na sintaxe (SBAC), codificação de entropia de divisão de intervalo de probabilidade (PIPE) ou outra metodologia ou técnica de codificação de entropia. Depois da codificação de entropia pela unidade de decodificação de entropia 56, o bitstream codificado pode ser transmitido para um decodificador de vídeo, ex., decodificador de vídeo 30, ou arquivado para transmissão posterior ou recuperação por um decodificador de vídeo. A unidade de decodificação de entropia 56 também pode codificar a entropia dos vetores de movimento e os outros elementos de sintaxe para a fatia de vídeo atual sendo codificada.

[0092] A unidade de quantificação inversa 58 e unidade de processamento de transformada inversa 60 aplicam a quantificação inversa e transformação inversa, respectivamente, aos coeficientes de transformada quantificados para reconstruir o bloco residual no domínio de pixel para uso posterior como um bloco de referência de uma imagem de referência. Para o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada, a unidade de quantificação inversa 58 aplica a quantificação inversa aos

coeficientes residuais quantificados e a unidade de reposicionamento 66 realiza uma rotação reversa para retornar os dados residuais de alta energia de volta para sua posição original para reconstruir o bloco residual. Em alguns casos, os coeficientes residuais quantificados podem ser enviados para a unidade de reposicionamento 66 para realizar a rotação reversa antes de realizar a quantificação inversa com a unidade de quantificação inversa 58. Para o modo de codificação sem perdas, a unidade de reposicionamento 66 realiza uma rotação reversa dos coeficientes residuais para retornar os dados residuais de alta energia de volta para sua posição original para reconstruir o bloco residual.

[0093] A unidade de compensação do movimento 44 pode então calcular um bloco de referência pela adição do bloco residual a um bloco preditivo de uma das imagens de referência dentro de uma das listas de imagem de referência. A unidade de compensação do movimento 44 também pode aplicar um ou mais filtros de interpolação ao bloco residual reconstruído para calcular os valores de pixel sub-inteiros para uso na estimativa de movimento. O somador 62 adiciona o bloco residual reconstruído ao bloco preditivo compensado de movimento produzido pela unidade de compensação do movimento 44 para produzir um bloco de referência para armazenamento na memória da imagem 64. O bloco de referência pode ser usado pela unidade de estimativa de movimento 42 e unidade de compensação do movimento 44 como um bloco de referência para inter-prever um bloco em um quadro de vídeo ou imagem subsequente.

[0094] O codificador de vídeo 20 pode ser configurado para realizar as técnicas desta revelação, incluindo pular uma transformada para um bloco residual, e determinar quando girar o bloco residual. A unidade de

reposicionamento 66 do codificador de vídeo 20 pode determinar quando ou não girar o bloco residual. Em alguns exemplos, a unidade de reposicionamento 66 determina quando girar o bloco residual com base no número de bits necessários para codificar a entropia do bloco residual. Por exemplo, a unidade de reposicionamento 66 pode determinar quando girar o bloco residual com base no valor de rotação que resulta no número de bits mais baixo para a codificação da entropia. Em outros exemplos, a unidade de reposicionamento 66 pode determinar quando girar o bloco residual com base em um tipo de limite em duas ou mais bordas do bloco residual.

[0095] Quando o bloco residual é girado, a unidade de reposicionamento 66 do codificador de vídeo 20 pode determinar girar o bloco residual por um valor de rotação predeterminado, ou pode determinar um valor de rotação pelo qual girar o bloco residual. Em qualquer caso, o codificador de vídeo 20 gira então o bloco residual pelo valor de rotação determinado antes de codificar os dados residuais do bloco residual com a unidade de decodificação de entropia 56. As operações exemplares para determinar quando girar um bloco residual de inter-previsão com base no tipo de limite nas bordas do bloco residual são descritos em mais detalhe com relação às FIGS. 5-8.

[0096] Em alguns exemplos, o codificador de vídeo 20 pode somente sinalizar quando o pulo da transformada é usado para o bloco residual, i.e., quando o bloco residual é codificado usando o modo de codificação sem perdas ou usando o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada. Neste caso, um decodificador de vídeo pode usar a mesma operação de determinação do tipo de limite nas bordas do bloco residual para determinar quando girar o bloco residual para reverter a rotação

realizada durante a codificação para reconstruir o bloco de vídeo a partir do bloco residual. Em outros exemplos, o codificador de vídeo 20 pode sinalizar um valor de rotação da rotação aplicada ao bloco residual durante a codificação para um decodificador de vídeo. Neste caso, o decodificador de vídeo pode girar o bloco residual com base no valor de rotação sinalizado para reverter a rotação realizada durante a codificação para reconstruir o bloco de vídeo a partir do bloco residual.

[0097] Em alguns exemplos adicionais, o codificador de vídeo 20 é configurado para realizar as técnicas desta revelação, incluindo pular uma transformada para um bloco residual e girar o bloco residual quando um tamanho do bloco residual é menor que ou igual a um tamanho de bloco limite. O tamanho de bloco limite pode ser igual a um tamanho de bloco para o qual o pulo de transformada e rotação são permitidos no modo de codificação com perda. Deste modo, os tamanhos de blocos para os quais a rotação pode ser realizada são alinhados, i.e., iguais, para blocos residuais codificados usando ou o modo de codificação sem perdas ou o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada. Esta técnica pode ser aplicável a ambos blocos residuais de inter-previsão e bloco residual de intra-previsão.

[0098] Além disso, o codificador de vídeo 20 pode ser configurado para realizar as técnicas desta revelação, incluindo pular uma transformada para um bloco residual, e lançar valores de amostra dos dados residuais ao longo de uma diagonal do bloco residual quando um tamanho do bloco residual é menor que ou igual ao tamanho de bloco limite. Lançar os valores de amostra dos dados residuais do bloco residual inclui trocar os valores de amostra dos dados residuais em um lado de uma diagonal com

valores de amostra dos dados residuais nos locais de imagem de espelho correspondentes no outro lado da diagonal do bloco residual. Esta técnica também pode ser aplicável a ambos blocos residuais de inter-previsão e bloco residual de intra-previsão.

[0099] Em alguns exemplos, no caso do modo de codificação sem perdas, a rotação ou lançamento pode ser aplicado somente aos blocos residuais de intra-previsão com tamanhos maiores que ou iguais ao tamanho de bloco limite. Em outros exemplos, a rotação ou lançamento pode ser aplicado a todos os blocos residuais, i.e., blocos residuais de intra-previsão e inter-previsão, com tamanhos maiores que ou iguais ao tamanho de bloco limite. Além dos exemplos, no caso do modo de codificação com perdas no modo de pulso de transformada, a rotação ou lançamento pode ser aplicado somente aos blocos residuais de intra-previsão, ou pode ser aplicado a ambos os blocos residuais de intra-previsão e de inter-previsão.

[0100] FIG. 3 é um diagrama em bloco que ilustra um decodificador de vídeo 30 exemplar que pode implementar as técnicas descritas nesta revelação para determinar quando girar um bloco residual antes de reconstruir um bloco de vídeo a partir dos dados residuais do bloco residual. No exemplo da FIG. 3, o decodificador de vídeo 30 inclui uma unidade de decodificação de entropia 80, unidade de processamento de previsão 81, unidade de quantificação inversa 86, unidade de transformada inversa 88, unidade de reposicionamento 94, somador 90, e memória de imagem de referência 92. A unidade de processamento de previsão 81 inclui a unidade de compensação de movimento 82 e unidade de processamento de intra-previsão 84. O decodificador de vídeo 30 pode, em alguns exemplos, realizar uma passagem de decodificação geralmente recíproca

à passagem de codificação descrita com relação ao codificador de vídeo 20 da FIG. 2.

[0101] Durante o processo de decodificação, o decodificador de vídeo 30 recebe um bitstream de vídeo codificado que representa blocos de vídeo de uma fatia de vídeo codificada e elementos de sintaxe associados a partir de um codificador de vídeo, como o codificador de vídeo 20. A unidade de decodificação de entropia 80 do decodificador de vídeo 30 decodifica a entropia da bitstream para gerar coeficientes residuais, vetores de movimento, e outros elementos de sintaxe. Unidade de decodificação de entropia 80 encaminha os vetores de movimento e outros elementos de sintaxes para a unidade de processamento de previsão 81. O decodificador de vídeo 30 pode receber os elementos de sintaxe no nível da fatia de vídeo e/ou o nível do bloco de vídeo.

[0102] Quando a fatia de vídeo é codificada como uma fatia intra-codificada (I), a unidade de processamento de intra-previsão 84 da unidade de processamento de previsão 81 pode gerar a previsão dados para um bloco de vídeo da fatia de vídeo atual com base em um modo de intra-previsão simalizado e dados dos blocos anteriormente decodificados do quadro ou imagem atual. Quando o quadro de vídeo é codificado como uma fatia inter-codificada (i.e., B ou P), a unidade de compensação de movimento 82 da unidade de processamento de previsão 81 produz blocos preditivos para um bloco de vídeo da fatia de vídeo atual com base nos vetores de movimento e outros elementos de sintaxe recebidos da unidade de decodificação de entropia 80. Os blocos preditivos podem ser produzidos a partir de uma das imagens de referência dentro de uma das listas de imagem de referência. O decodificador de vídeo 30 pode construir o quadro de listas de referência, Lista 0 e

Lista 1, usando técnicas de construção padrão com base nas imagens de referência armazenadas na memória de imagem 92.

[0103] A unidade de compensação de movimento 82 determina a informação de previsão para um bloco de vídeo da fatia de vídeo atual pela análise dos vetores de movimento e outros elementos de sintaxe, e usa a informação de previsão para produzir os blocos preditivos para o bloco de vídeo atual sendo decodificado. Por exemplo, a unidade de compensação de movimento 82 usa alguns dos elementos de sintaxe recebidos para determinar um modo de previsão (ex., intra- ou inter-previsão) usado para codificar os blocos de vídeo de uma fatia de vídeo, um tipo de fatia de inter-previsão (ex., fatia B ou fatia P), informação de construção para uma ou mais das listas de imagem de referência para a fatia, vetores de movimento para cada bloco de vídeo inter-codificado da fatia, status de inter-previsão para cada bloco de vídeo inter-codificado da fatia, e outras informações para decodificar os blocos de vídeo na fatia de vídeo atual.

[0104] A unidade de compensação de movimento 82 também pode realizar a interpolação com base nos filtros de interpolação. A unidade de compensação de movimento 82 pode usar filtros de interpolação como usado pelo codificador de vídeo 20 durante a codificação dos blocos de vídeo para calcular valores interpolados para pixels sub-inteiros dos blocos de referência. Neste caso, a unidade de compensação de movimento 82 pode determinar os filtros de interpolação usados pelo codificador de vídeo 20 a partir dos elementos de sintaxe recebidos e usar os filtros de interpolação para produzir blocos preditivos.

[0105] Como descrito acima, a unidade de decodificação de entropia 80 decodifica a entropia do bitstream para gerar coeficientes residuais, ex.,

coeficientes de transformada quantificados, coeficientes residuais quantificados ou coeficientes residuais não comprimidos, de um bloco de vídeo. Quando o bloco de vídeo é codificado usando o modo de codificação com perdas, a unidade de quantificação inversa 86 quantifica inversamente, i.e., desquantifica, os coeficientes de transformada quantificados do bloco residual fornecido no bitstream. O processo de quantificação inverso pode incluir o uso de um parâmetro de quantificação calculado para cada bloco de vídeo na fatia de vídeo para determinar um grau de quantificação e, da mesma forma, um grau de quantificação inversa que deve ser aplicado. A unidade de processamento de transformada inversa 88 aplica uma transformada inversa, ex., uma DCT inversa, uma transformada inversa de número inteiro, ou um processo de transformada inversa conceitualmente similar, aos coeficientes de transformada para reconstruir os blocos residuais no domínio de pixel.

[0106] Quando o bloco de vídeo é codificado usando o modo de codificação com perdas em um modo de pulso de transformada, uma transformada inversa não é aplicada aos blocos residuais. Além disso, quando o bloco de vídeo é codificado usando o modo de codificação sem perdas, nem uma transformada inversa nem a quantificação inversa é aplicada aos blocos residuais. De acordo com as técnicas desta revelação, quando a transformada inversa é pulada para coeficientes residuais de um bloco residual, o bloco residual é aplicado à unidade de reposicionamento 94. Neste caso, os dados residuais permanecem no domínio de pixel e compreendem valores de diferença de pixel em posições de pixel espaciais. Isto é oposto à conversão dos dados residuais a partir do domínio de transformada como coeficientes de transformada nas posições correspondentes

aos componentes de frequência usando unidade de processamento de transformada inversa 88.

[0107] A unidade de reposicionamento 94 pode girar o bloco residual para reverter a rotação realizada durante a codificação que posicionou dados residuais com energia mais alta, i.e., valores de diferença de pixel maiores, do que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual. O deslocamento dos dados residuais de alta energia de volta para sua posição original tipicamente ocorre como resultado do processo de transformada inversa realizado pela unidade de processamento de transformada inversa 88. Quando a transformada inversa é pulada, no entanto, pode ser necessário girar o bloco residual para reconstruir adequadamente o bloco de vídeo usando um bloco preditivo.

[0108] Para o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada, a unidade de quantificação inversa 86 aplica a quantificação inversa aos coeficientes residuais quantificados do bloco residual fornecido no bitstream para descompressão. A unidade de reposicionamento 94 executa então uma rotação para reverter a rotação realizada durante a codificação e retorna os dados residuais de alta energia de volta para sua posição original para reconstruir o bloco residual. Em alguns casos, os coeficientes residuais quantificados podem ser enviados para a unidade de reposicionamento 94 para realizar a rotação reversa antes de realizar a quantificação inversa com a unidade de quantificação inversa 86. Para o modo de codificação sem perdas, a unidade de reposicionamento 94 recebe diretamente os coeficientes residuais do bloco residual fornecido no bitstream sem qualquer descompressão. A unidade de reposicionamento 94 executa então uma rotação para reverter

a rotação realizada durante a codificação e retorna os dados residuais de alta energia de volta para sua posição original para reconstruir o bloco residual. Desta maneira, os valores de diferença de pixel são girados de volta para as posições espaciais originais dos pixels correspondentes.

[0109] No caso dos blocos residuais de intra-previsão com pulo de transformada, os dados residuais de alta energia tipicamente se concentram no canto direito inferior de modo que uma rotação de 180 graus durante a codificação irá melhorar a eficiência da codificação de entropia. Neste caso, a unidade de reposicionamento 94 pode girar automaticamente nos blocos residuais de intra-previsão pelos 180 graus para retornar os dados residuais com energia mais alta do que a média de volta para sua posição no canto direito inferior do bloco residual original.

[0110] No caso dos blocos residuais de inter-previsão, os dados residuais de alta energia podem ser concentrados em qualquer posição dentro dos blocos residuais. Neste caso, a unidade de reposicionamento 94 primeiro determina quando girar o bloco residual e depois, com base na determinação, ou gira o bloco residual por um valor de rotação determinado ou não gira o bloco residual. Para reverter a rotação realizada no bloco residual durante a codificação, a unidade de reposicionamento 94 determina quando girar o bloco residual, mas aplica o valor de rotação determinado em uma direção oposta à da unidade de reposicionamento 66 do codificador de vídeo 20 a partir da FIG. 2, ex., na direção horária em oposição à direção anti-horária.

[0111] Após a unidade de compensação de movimento 82 gerar o bloco preditivo para o bloco de vídeo atual com base nos vetores de movimento e outros elementos

de sintaxe, o decodificador de vídeo 30 forma um bloco de vídeo decodificado pela soma dos blocos residuais reconstruídos com os blocos preditivos correspondentes gerados pela unidade de compensação de movimento 82. Mais especificamente, os valores de diferença de pixel do bloco residual são somados com valores de pixel preditivos correspondentes dos blocos preditivos correspondentes. Este processo de soma é realizado para ambos os blocos luma e croma para reconstruir todo o bloco de vídeo. O somador 90 representa o componente ou componentes que realizam esta operação de soma. Se desejado, um filtro de desbloqueio também pode ser aplicado para filtrar os blocos decodificados para remover artefatos de bloqueio. Outros filtros de malha (seja na malha de codificação ou após a malha de codificação) também podem ser usados para atenuar as transições de pixel, ou de outro modo melhorar a qualidade do vídeo. Os blocos de vídeo decodificados em um dado quadro ou imagem são então armazenados na memória de imagem de referência 92, que armazena imagens de referência usadas para a compensação do movimento subsequente. A memória de imagem de referência 92 também armazena o vídeo decodificado para apresentação posterior em um dispositivo de exibição, como dispositivo de exibição 32 da FIG. 1.

[0112] O decodificador de vídeo 30 pode ser configurado para realizar as técnicas desta revelação, incluindo pular uma transformada inversa para um bloco residual, e determinar quando girar o bloco residual. A unidade de reposicionamento 94 do decodificador de vídeo 30 pode determinar quando ou não girar o bloco residual. Em alguns exemplos, a unidade de reposicionamento 94 determina quando girar o bloco residual com base nos elementos de sintaxe no bitstream que indica um valor de rotação para o bloco residual usado no codificador de vídeo 20. Em outros

exemplos, a unidade de reposicionamento 94 pode determinar quando girar o bloco residual com base em um tipo de limite em duas ou mais bordas do bloco residual.

[0113] Quando o bloco residual é girado, a unidade de reposicionamento 94 do decodificador de vídeo 30 pode determinar girar o bloco residual por um valor de rotação predeterminado, ou pode determinar um valor de rotação pelo qual girar o bloco residual. Em qualquer caso, o decodificador de vídeo 30 gira então o bloco residual pelo valor de rotação determinado antes de reconstruir um bloco de vídeo a partir do bloco residual usando um bloco preditivo. As operações exemplares para determinar quando girar um bloco residual de inter-previsão com base no tipo de limite nas bordas do bloco residual são descritas em mais detalhe com relação às FIGS. 5-8.

[0114] Em alguns exemplos, o decodificador de vídeo 30 pode receber elementos de sintaxe que só indicam quando a pulo de transformada é usado para o bloco residual, i.e., quando o bloco residual é codificado usando o modo de codificação sem perdas ou usando o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada. Neste caso, a unidade de reposicionamento 94 usa a mesma operação que o codificador de vídeo 20 para determinar um tipo de limite nas bordas do bloco residual para determinar quando girar o bloco residual para reverter a rotação realizada durante a codificação para reconstruir o bloco de vídeo a partir do bloco residual. Em outros exemplos, o decodificador de vídeo 30 pode receber elementos de sintaxe que indicam um valor de rotação de uma rotação, ex., 0, 90, 180 ou 270 graus, aplicada ao bloco residual durante codificação. Neste caso, a unidade de reposicionamento 94 pode girar o bloco residual com base no valor de rotação sinalizado para reverter a rotação realizada durante a

codificação, ex., girando em 0, 90, 180 ou 270 graus em uma direção oposta, para reconstruir o bloco de vídeo a partir do bloco residual. As operações exemplares para determinar quando girar um bloco residual de inter-previsão são descritos em mais detalhe com relação às FIGS. 5-8.

[0115] Em alguns exemplos adicionais, o decodificador de vídeo 30 é configurado para realizar as técnicas desta revelação, incluindo pular uma transformada para um bloco residual e girar o bloco residual quando um tamanho do bloco residual é menor que ou igual a um tamanho de bloco limite. O tamanho de bloco limite pode ser igual a um tamanho de bloco para o qual o pulo de transformada e rotação são permitidos no modo de codificação com perda. Deste modo, o tamanho de blocos para o qual a rotação pode ser realizada são alinhados, i.e., igual, para blocos residuais codificados usando ou o modo de codificação sem perdas ou o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada. Esta técnica pode ser aplicável a ambos blocos residuais de inter-previsão e bloco residual de intra-previsão.

[0116] Além disso, o decodificador de vídeo 30 pode ser configurado para realizar as técnicas desta revelação, incluindo pular uma transformada para um bloco residual, e lançar valores de amostra dos dados residuais ao longo de uma diagonal do bloco residual quando um tamanho do bloco residual é menor que ou igual a um tamanho de bloco limite. Lançar os valores de amostra dos dados residuais do bloco residual inclui trocar valores de amostra dos dados residuais em um lado de uma diagonal com valores de amostra dos dados residuais nos locais de imagem de espelho correspondentes no outro lado da diagonal do bloco residual. Esta técnica pode ser aplicável a ambos

blocos residuais de inter-previsão e bloco residual de intra-previsão.

[0117] Em alguns exemplos, no caso do modo de codificação sem perdas, a rotação ou lançamento pode ser aplicado somente aos blocos residuais de intra-previsão com tamanhos maiores que ou iguais ao tamanho de bloco limite. Em outros exemplos, a rotação ou lançamento pode ser aplicado aos todos os blocos residuais, i.e., intra-previsão e blocos residuais de inter-previsão, com tamanhos maiores que ou iguais ao tamanho de bloco limite. Além dos exemplos, no caso do modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada, a rotação ou lançamento pode ser aplicado somente aos blocos residuais de intra-previsão, ou pode ser aplicado a ambos blocos residuais de intra-previsão e de inter-previsão.

[0118] FIG. 4 é um diagrama em bloco que ilustra uma CU 100 de um bloco residual dividido em uma ou mais PUs 102, 104 de acordo com um modo de previsão de movimento e várias TUs 110, 112, 114, 116 de acordo com a estrutura de dados de quad-tree. Na FIG. 4, limites de PU são ilustrados como linhas em negrito, sólidas ao redor da borda das PUs 102 e 104. Um limite de PU compreende um limite entre duas TUs que pertencem à diferentes PUs, ex., o limite entre TU 110 dentro da PU 102 e TU 114 dentro da PU 104. Na FIG. 4, os limites de TU são ilustrados como linhas em negrito, pontilhadas entre TU 110 e TU 112 dentro da PU 102, e entre TU 114 e TU 116 dentro da PU 104. Um limite de TU compreende um limite entre duas TUs que pertencem à mesma PU, ex., o limite entre TU 110 e TU 112 dentro da PU 102.

[0119] Em geral, esta revelação descreve técnicas para codificar dados residuais de um bloco residual de previsão, ex., TU 112, com pulo de

transformada. Os dados residuais da TU 112 compreendem valores de diferença de pixel entre uma porção de um bloco de vídeo e um bloco de previsão associado. Uma transformada pode ser pulada para a TU 112 quando a TU 112 é codificada usando ou um modo de codificação sem perdas ou um modo de codificação com perdas em um modo de pulo de transformada. Sem aplicar uma transformada à TU 112, os dados residuais com energia mais alta, i.e., valores de diferença de pixel maiores, do que a média podem não ser posicionados em um canto superior esquerdo da TU 112, o que é esperado para codificação de entropia.

[0120] No modo de intra-previsão, quando uma transformada é pulada para um bloco residual, os dados residuais com energia mais alta do que a média são tipicamente posicionados em um canto direito inferior do bloco residual de intra-previsão. Em alguns casos, o bloco residual de intra-previsão pode ser girado automaticamente por 180 graus antes de codificar o bloco residual para posicionar os dados residuais com energia mais alta do que a média no canto superior esquerdo do bloco residual. No modo de inter-previsão, no entanto, pode não ser sempre desejável girar automaticamente o bloco residual em 180 graus.

[0121] A seguinte observação foi feita com relação à energia dos dados residuais de um bloco residual de inter-previsão. Os dados residuais em um limite de TU do bloco residual de inter-previsão tipicamente tem energia mais baixa do que os dados residuais médios no bloco residual. Ainda, os dados residuais em um limite da PU do bloco residual de inter-previsão tipicamente têm energia mais alta do que os dados residuais médios no bloco residual. Com base nesta observação, as técnicas desta revelação incluem girar um bloco residual de inter-previsão

com pulo de transformada, ex., TU 112, com base em um tipo de limite em duas ou mais bordas da TU 112.

[0122] De acordo com as técnicas desta revelação, quando uma transformada é pulada para TU 112, uma unidade de reposicionamento (ex., unidade de reposicionamento 66 do codificador de vídeo 20 da FIG. 2 ou unidade de reposicionamento 94 do decodificador de vídeo 30 da FIG. 3) pode determinar um tipo de limite em duas ou mais bordas da TU 112, e então determinar quando girar a TU 112 para posicionar os dados residuais nos limites de PU da versão original da TU 112 em um canto superior esquerdo da versão girada da TU 112. Em alguns casos, as técnicas podem somente ser aplicadas aos blocos residuais de inter-previsão codificados usando o modo de codificação sem perdas ou o modo de codificação com perdas em um modo de pulo de transformada. Nesse caso, blocos residuais codificados intra-previstos usando o modo de codificação sem perdas ou o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada podem automaticamente ser girados por 180 graus antes de codificar os dados residuais nos blocos de vídeo residuais. Em outros casos, as técnicas também podem ser aplicadas a ambos blocos residuais de inter-previsão e de intra-previsão codificados usando o modo de codificação sem perdas ou o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada.

[0123] Em alguns exemplos, as técnicas incluem determinar ou girar a TU 112 por um valor de rotação predeterminado, ex., 180 graus, ou não girar TU 112. Em outros exemplos, as técnicas incluem determinar um valor de rotação pelo qual girar a TU 112 a partir de dois ou mais valores de rotação, ex., 0 graus ou nenhuma rotação, 180 graus, 90 graus ou 270 graus. No lado da decodificação, a rotação é realizada para posicionar os dados residuais com

energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo da versão girada da TU 112 antes de codificar os dados residuais da TU 112 para melhorar a eficiência da codificação de entropia. Em alguns casos, as rotações podem ser realizadas na direção anti-horária no lado da decodificação. No lado de decodificação, a rotação é realizada para reverter a rotação realizada durante a codificação e retornar os dados residuais com energia mais alta do que a média para sua posição original na TU 112 para reconstruir um bloco de vídeo da TU 112 usando um bloco preditivo. Em alguns casos, as rotações podem ser realizadas na direção horária no lado de decodificação.

[0124] Em um primeiro exemplo das técnicas desta revelação, um bloco residual de intra-previsão para o qual uma transformada é pulada é automaticamente girado em 180 graus antes de codificar os dados residuais dos blocos residuais. Inversamente, nenhuma rotação é aplicada aos blocos residuais de inter-previsão, ex., TU 112, independente de se a transformada é pulada.

[0125] Em um segundo exemplo das técnicas desta revelação, um bloco residual pode ou ser girado em 180 graus ou não girado, dependendo de um tipo de limite nas bordas do bloco residual. Limitar a rotação para 0 ou 180 graus pode ser desejável porque a rotação por 90 graus ou 270 graus é difícil de implementar em hardware porque pode necessitar de um buffer de transposição. Em geral, se as bordas esquerda e superior do bloco residual são limites de PU, ex., TU 110, os dados residuais no canto superior esquerdo podem vir a ter maior energia do que os dados residuais médios na TU 110. Nesse caso, uma rotação da TU 110 por 180 graus pode não ser desejável porque os dados residuais de alta energia já estão concentrados no canto superior esquerdo da TU 110. Portanto, um dispositivo de

codificação de vídeo pode determinar não realizar a rotação da TU 110. Se, no entanto, as bordas esquerda e superior do bloco residual são os limites de TU e as bordas direita e inferior do bloco de vídeo residual são os limites de PU, então uma rotação por 180 graus pode ser desejável para posicionar os dados residuais de alta energia no canto superior esquerdo da versão girada do bloco residual. Portanto, um dispositivo de codificação de vídeo pode determinar girar esse bloco residual em 180 graus.

[0126] De acordo com as técnicas desta revelação, um reposicionamento de um dispositivo de codificação de vídeo pode classificar cada borda de um bloco residual como um limite de PU ou um limite de TU. A unidade de reposicionamento então aplica uma regra para determinar quando girar o bloco residual em 180 graus. Se o número de limites de PU nas bordas direita e inferior do bloco residual é maior que o número de limites de PU nas bordas esquerda e superior do bloco residual, a unidade de reposicionamento determina girar o bloco residual em 180 graus. A Tabela 1, abaixo, mostra as combinações das classificações de borda para a qual uma rotação em 180 graus seria realizada. Para as combinações restantes, a unidade de reposicionamento do dispositivo de codificação de vídeo determina não realizar a rotação para o bloco residual. No caso onde o número de limites de PU para as bordas esquerda e superior é igual ao número limite de PU nas bordas inferior e direita do bloco residual, a unidade de reposicionamento do dispositivo de codificação de vídeo pode determinar ou girar o bloco residual em 180 graus ou não girar o bloco residual.

Tabela 1

Limite				Rotação
Esquerda	Superior	Direita	Inferior	
U	T	P	P	80 graus
U	T	T	P	80 graus
U	T	P	T	80 graus
U	P	P	P	80 graus
U	T	P	P	80 graus

[0127] Como um exemplo, a unidade de reposicionamento do dispositivo de codificação de vídeo pode determinar quando girar o bloco residual de TU 112, por exemplo, em 180 graus com base no tipo de limite em cada borda da TU 112. A unidade de reposicionamento determina um primeiro número de limites de PU em uma borda esquerda e uma borda superior da TU 112 para ser igual a um limite da PU, i.e., a borda superior. A unidade de reposicionamento também determina um segundo número de limites de PU em uma borda direita e uma borda inferior da TU 112 para ser igual a dois limites de PU, i.e., tanto a borda direita quanto a borda inferior. Neste caso, o segundo número de limites de PU é maior que o primeiro número de limites de PU, assim a unidade de reposicionamento determina girar a TU 112 em 180 graus antes de codificar os dados residuais da TU 112.

[0128] Em um terceiro exemplo das técnicas desta revelação, uma unidade de reposicionamento de um dispositivo de codificação de vídeo pode considerar até quatro possíveis valores de rotação para cada bloco de

vídeo residual, i.e., 0 graus ou nenhuma rotação, 180 graus, 90 graus, e 270 graus. Em alguns casos, a unidade de reposicionamento pode somente considerar dois dos valores de rotação, ex., 0 graus e 180 graus, porque a rotação em 90 graus ou 270 graus é difícil de implementar em hardware porque pode necessitar de um buffer de transposição. Neste exemplo, portanto, somente nenhuma rotação ou rotação em 180 graus é considerada.

[0129] Após aplicar cada um dos valores de rotação (0, 180, 90, e 270 graus), a unidade de reposicionamento calcula o número de limites de PU nas bordas esquerda e superior do bloco residual para um respectivo dos valores de rotação. Deixemos que os números de limites de PU sejam denotados por n_0 , n_{180} , n_{90} , e n_{270} . Da mesma forma, após aplicar cada um dos valores de rotação (0, 180, 90, e 270 graus), a unidade de reposicionamento calcula o número de limites de PU nas bordas direita e inferior do bloco residual para um respectivo dos valores de rotação. Deixemos que os números de limites de PU sejam denotados por m_0 , m_{180} , m_{90} , e m_{270} . As rotações podem ser realizadas na direção anti-horária no lado da decodificação, e as rotações podem ser realizadas na direção horária no lado de decodificação.

[0130] De acordo com estas técnicas, a unidade de reposicionamento do dispositivo de codificação de vídeo calcula então valores de diferença entre o número de limites de PU nas bordas esquerda e superior do bloco residual e as bordas direita e inferior do bloco residual para cada um dos valores de rotação, i.e., $d_0 = (n_0 - m_0)$, $d_{90} = (n_{90} - m_{90})$, $d_{180} = (n_{180} - m_{180})$, e $d_{270} = (n_{270} - m_{270})$. A unidade de reposicionamento determina o valor de diferença máximo a partir de valores de diferença d_0 , d_{90} , d_{180} , e d_{270} para todos os valores de rotação. A unidade de

reposicionamento do dispositivo de codificação de vídeo então determina girar o bloco residual pelo valor de rotação correspondente ao valor de diferença máximo.

[0131] Se dois ou mais dos valores de diferença são iguais ao valor de diferença máximo, a unidade de reposicionamento pode escolher o valor de rotação a ser aplicado ao bloco residual de acordo com uma ordem predeterminada. Um exemplo da ordem predeterminada é: sem rotação, rotação em 180 graus, rotação em 90 graus, e rotação em 270 graus. Neste exemplo, se d_0 , d_{90} , e d_{180} are são iguais ao valor de diferença máximo, nenhuma rotação é aplicada ao bloco residual. Se d_{90} e d_{180} são ambos iguais ao valor de diferença máximo, o valor de rotação de 180 graus é aplicado ao bloco residual. Em outros exemplos, diferentes ordens de escolha de uma rotação no caso de um empate de valor máximo podem ser usadas. A Tabela 2, abaixo, mostra duas combinações de tipos de limite para um bloco residual original e os valores de rotação resultantes para o bloco residual.

Tabela 2

Limite				Rotação
Esquerda	Superior	Direita	Inferior	
TU	PU	PU	TU	90 degrees counterclock wise
PU	TU	TU	PU	270 degrees counterclock wise

[0132] Como um exemplo, uma unidade de reposicionamento de um codificador de vídeo pode determinar quando girar o bloco de vídeo residual da TU 112, por exemplo, em 0 graus, 180 graus, 90 graus no sentido anti-

horário, ou 270 graus no sentido anti-horário, com base no tipo de limite em cada borda da TU 112. A unidade de reposicionamento determina um primeiro número de limites de PU em uma borda esquerda e uma borda superior da TU 112 para cada um dos valores de rotação de modo que $n_0 = 1$, $n_{180} = 2$, $n_{90} = 2$, e $n_{270} = 1$. A unidade de reposicionamento então determina um segundo número de limites de PU em uma borda direita e uma borda inferior da TU 112 para cada um dos valores de rotação de modo que $m_0 = 2$, $n_{180} = 1$, $n_{90} = 1$, e $n_{270} = 2$.

[0133] A unidade de reposicionamento calcula então um valor de diferença entre o primeiro número de limites de PU e o segundo número de limites de PU para cada um dos valores de rotação de modo que $d_0 = -1$, $d_{180} = 1$, $d_{90} = 1$, e $d_{270} = -1$. A unidade de reposicionamento em seguida determina um valor de diferença máximo a partir dos valores de diferença para todos os valores de rotação da TU 112 para ser igual a d_{180} e d_{90} , que são ambos iguais a 1. No caso de um empate, o valor de rotação de 180 graus é escolhido sobre 90 graus, de acordo com a ordem predeterminada descrita acima. A unidade de reposicionamento do dispositivo de codificação de vídeo então determina girar o bloco residual pelo valor de rotação com o valor de diferença máximo, que é 180 graus neste caso, antes de codificar os dados residuais no bloco de vídeo residual.

[0134] FIG. 5 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar de um codificador de vídeo que determina quando girar um bloco residual antes de codificar dados residuais do bloco residual. A operação é descrita com relação ao codificador de vídeo 20 da FIG. 2. O codificador de vídeo 20 calcula o bloco residual a partir de um bloco de vídeo usando um bloco preditivo a partir da unidade de

compensação de movimento 44 no modo de inter-previsão (120). Em alguns exemplos, o bloco residual pode ser codificado usando um modo de codificação sem perdas no qual ambas uma transformada e quantificação são sempre puladas para o bloco residual. Em outros exemplos, o bloco residual pode ser codificado usando um modo de codificação com perdas em um modo de pulo de transformada no qual somente a transformada é pulada para o bloco residual.

[0135] Em resposta à seleção para codificar o bloco residual usando o pulo de transformada, o codificador de vídeo 20 pula a realização da transformada para o bloco residual na unidade de processamento de transformada 52 (122). Como um exemplo, o codificador de vídeo 20 pode codificar um elemento de sintaxe, i.e., `cu_transquant_bypass_flag`, que indica se o bloco residual é codificado usando um modo de codificação sem perdas no qual tanto uma transformada quanto uma quantificação são sempre puladas para o bloco residual. Em outro exemplo, codificador de vídeo 20 pode codificar um elemento de sintaxe, i.e., `transform_skip_flag`, indica se um modo de pulo de transformada é usado, no qual somente a transformada é pulada, durante a codificação do bloco residual usando um modo de codificação com perdas.

[0136] De acordo com as técnicas, quando a transformada é pulada para o bloco residual, a unidade de reposicionamento 66 do codificador de vídeo 20 determina um tipo de limite em cada borda do bloco residual (124). O tipo de limite em uma borda particular do bloco residual indica um nível de energia dos dados residuais tipicamente encontrado em uma borda particular do bloco residual. A unidade de reposicionamento 66 então determina quando girar o bloco residual com base no tipo de limite em cada borda (126). A unidade de reposicionamento 66 pode determinar

girar o bloco residual para posicionar os dados residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual para melhorar eficiência da codificação de entropia.

[0137] Quando a unidade de reposicionamento 66 determina girar o bloco residual (ramificação SIM de 128), a unidade de reposicionamento 66 gira o bloco residual por um valor de rotação determinado (130). Em alguns casos, descrito em mais detalhe com relação à FIG. 7, o valor de rotação determinado pode ser um valor de rotação estático, predeterminado, ex., 180 graus. Em outros casos, descrito em mais detalhe com relação à FIG. 8, a unidade de reposicionamento 66 pode determinar o valor de rotação pelo qual girar o bloco residual a partir de uma pluralidade de valores de rotação. A pluralidade de valores de rotação pode incluir 180 graus, 90 graus no sentido anti-horário ou 270 graus no sentido anti-horário.

[0138] Quando a unidade de reposicionamento 66 determina não girar o bloco residual (ramificação NÃO de 128), a unidade de reposicionamento 66 não gira o bloco residual. Independentemente de se a unidade de reposicionamento 66 gira o bloco residual, a unidade de decodificação de entropia 56 codifica os dados residuais do bloco residual (132). Em alguns casos, ex., o modo de codificação com perdas no modo de pulso de transformada, os dados residuais do bloco residual podem ser quantificados usando a unidade de quantificação 54 antes da codificação de entropia pela unidade de decodificação de entropia 56. Também pode ser possível quantificar os dados residuais do bloco residual usando a unidade de quantificação 54 antes de determinar quando girar o bloco residual com a unidade de reposicionamento 66. Em outros casos, ex., o modo de codificação sem perdas, ambas a transformada e

quantificação são puladas e os dados residuais do bloco residual são diretamente codificados por entropia pela unidade de decodificação de entropia 56 sem qualquer compressão adicional.

[0139] Alternativamente, ao invés de determinar o tipo de limite em cada uma das bordas do bloco residual e determinar quando girar com base no tipo de limite nas bordas, a unidade de reposicionamento 66 pode determinar quando girar o bloco residual com base no número de bits necessários para codificar a entropia do bloco residual. Neste caso, a unidade de reposicionamento 66 pode aplicar um ou mais valores de rotação ao bloco residual e determinar, para cada valor de rotação, o número de bits necessários para codificar a entropia dos coeficientes residuais quantificados incluídos no bloco residual girado. A unidade de reposicionamento 66 pode então determinar quando girar o bloco residual com base no valor de rotação que resulta no número de bits mais baixo para a codificação da entropia.

[0140] Neste exemplo alternativo, a unidade de decodificação de entropia 56 pode codificar elementos de sintaxe que indicam quando girar o bloco residual. O decodificador de vídeo não tem acesso à informação idêntica para determinar quando girar ou o valor de rotação para o bloco residual. O valor de rotação, portanto, precisa ser sinalizado explicitamente no bitstream. No caso de somente dois valores de rotação possíveis, i.e., 0 graus ou nenhuma rotação e 180 graus, um bit é suficiente para sinalizar o valor de rotação. A unidade de decodificação de entropia 56 pode codificar CABAC o bit usando um contexto ou no modo de desvio. Em caso de quatro valores de rotação possíveis, i.e., 0 graus, 180 graus, 90 graus no sentido anti-horário, ou 270 graus no sentido anti-horário, dois bits podem ser

usados para sinalizar o valor de rotação. A unidade de decodificação de entropia 56 pode codificar CABAC os dois bits usando um contexto ou no modo de desvio.

[0141] FIG. 6 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar de um decodificador de vídeo que determina quando girar um bloco residual antes de reconstruir um bloco de vídeo a partir dos dados residuais do bloco residual. A operação é descrita com relação ao decodificador de vídeo 30 da FIG. 3. A unidade de decodificação de entropia 80 do decodificador de vídeo 30 decodifica os dados residuais do bloco residual e elementos de sintaxe associados a partir de um bitstream para um bloco de vídeo recebido a partir de um codificador de vídeo (140). Como um exemplo, um elemento de sintaxe, i.e., `cu_transquant_bypass_flag`, indica se o bloco residual é codificado usando um modo de codificação sem perdas no qual ambas uma transformada e quantificação são sempre puladas para o bloco residual. Em outro exemplo, um elemento de sintaxe, i.e., `transform_skip_flag`, indica se um modo de pulo de transformada é usado, no qual somente a transformada é pulada, durante a codificação do bloco residual usando um modo de codificação com perdas.

[0142] Em alguns casos, ex., o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada, os dados residuais do bloco residual são quantificados inversamente usando a unidade de quantificação inversa 86 antes de girar o bloco residual e reconstruir o bloco de vídeo a partir dos dados residuais do bloco residual. Também pode ser possível determinar quando girar o bloco residual com unidade de reposicionamento 94 antes de quantificar inversamente os dados residuais do bloco residual usando a unidade de quantificação inversa 86. Em outros casos, ex., o modo de codificação sem perdas, tanto

a quantificação inversa quanto a transformada inversa são puladas e os dados residuais do bloco residual são usados para reconstruir diretamente o bloco de vídeo sem qualquer descompressão adicional.

[0143] O decodificador de vídeo 30 pula a realização da transformada inversa para o bloco residual na unidade de processamento de transformada inversa 88 com base no pulo de transformada indicado pelos elementos de sintaxe associados (142). De acordo com as técnicas, quando a transformada inversa é pulada para o bloco residual, a unidade de reposicionamento 94 do decodificador de vídeo 30 determina um tipo de limite em cada borda do bloco residual (144). A unidade de reposicionamento 94 então determina quando girar o bloco residual com base no tipo de limite em cada borda (146). A unidade de reposicionamento 94 pode determinar girar o bloco residual para reverter uma rotação do bloco residual realizada durante a codificação que posicionou os dados residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual para melhorar eficiência da codificação de entropia.

[0144] Quando a unidade de reposicionamento 94 determina girar o bloco residual (ramificação SIM de 148), a unidade de reposicionamento 94 gira o bloco residual por um valor de rotação determinado (150). Em alguns casos, descrito em mais detalhe com relação à FIG. 7, o valor de rotação determinado pode ser um valor de rotação estático, predeterminado, ex., 180 graus. Em outros casos, descrito em mais detalhe com relação à FIG. 8, a unidade de reposicionamento 94 pode determinar o valor de rotação pelo qual girar o bloco residual a partir de uma pluralidade de valores de rotação. A pluralidade de valores de rotação pode incluir 180 graus, 90 graus no sentido horário ou 270

graus no sentido horário, ex., no caso onde o codificador de vídeo realizou a rotação na direção anti-horária.

[0145] Quando a unidade de reposicionamento 94 determina não girar o bloco residual (ramificação NO de 148), a unidade de reposicionamento 94 não gira o bloco residual. Independentemente de se a unidade de reposicionamento 94 gira o bloco residual, o decodificador de vídeo 30 reconstrói o bloco de vídeo a partir do bloco residual usando um bloco preditivo a partir da unidade de compensação de movimento 82 no modo de inter-previsão (152).

[0146] Alternativamente, ao invés de determinar o tipo de limite em cada uma das bordas do bloco residual e determinar quando girar com base no tipo de limite nas bordas, a unidade de reposicionamento 94 pode determinar quando girar o bloco residual com base nos elementos de sintaxe que indicam quando girar o bloco residual por um valor de rotação explicitamente sinalizado. Neste caso, o codificador de vídeo pode determinar quando girar o bloco residual com base no número de bits necessário para codificar a entropia do bloco residual. Por exemplo, o codificador de vídeo pode determinar quando girar o bloco residual com base em um valor de rotação que resulta no número de bits mais baixo para a codificação da entropia, e sinalizar explicitamente o valor de rotação para o decodificador de vídeo 30.

[0147] Neste exemplo alternativo, a unidade de decodificação de entropia 80 pode decodificar os elementos de sintaxe que indicam quando girar o bloco residual. O decodificador de vídeo 30 não tem acesso à informação idêntica a do codificador de vídeo para determinar quando girar ou o valor de rotação para o bloco residual. O valor de rotação, portanto, precisa ser sinalizado explicitamente

no bitstream. No caso de somente dois valores de rotação possíveis, i.e., 0 graus ou nenhuma rotação e 180 graus, um bit é suficiente para sinalizar o valor de rotação. A unidade de decodificação de entropia 80 pode codificar CABAC o bit usando um contexto ou no modo de desvio. Em caso de quatro valores de rotação possíveis, i.e., 0 graus, 180 graus, 90 graus no sentido horário, ou 270 graus no sentido horário, dois bits podem ser usados para sinalizar o valor de rotação. A unidade de decodificação de entropia 80 pode codificar CABAC os dois bits usando um contexto ou no modo de desvio.

[0148] A FIG. 7 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar da determinação de quando girar um bloco residual por um valor de rotação predeterminado com base em um tipo de limite nas bordas do bloco residual. A operação ilustrada é um exemplo mais detalhado da etapa 126 da FIG. 5 e 146 da FIG. 6 da determinação de quando girar o bloco residual com base no tipo de limite nas bordas.

[0149] Quando uma transformada é pulada para o bloco residual, ex., um modo de codificação sem perdas ou um modo de codificação com perdas em um modo de pulo de transformada, a eficiência da codificação de entropia pode ser melhorada pela rotação do bloco residual durante a codificação para melhorar o posicionamento dos dados residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual. Durante a decodificação, uma rotação realizada durante a codificação precisa ser revertida para reconstruir adequadamente o bloco de vídeo a partir do bloco residual usando um bloco preditivo no modo de inter-previsão.

[0150] No modo de inter-previsão, se uma borda particular do bloco residual é um limite de TU entre duas TUs dentro da mesma PU, os dados residuais no limite de TU

do bloco residual tipicamente têm energia mais baixa do que os dados residuais médios no bloco residual. Ainda, se uma borda particular do bloco residual é um limite de PU entre duas TUs em diferentes PUs, os dados residuais no limite da PU do bloco residual tipicamente tem energia mais alta do que os dados residuais médios no bloco residual. Com base nesta observação, as técnicas ilustradas na FIG. 7 usam o tipo de limite nas bordas do bloco residual para determinar quando girar o bloco residual por um valor de rotação predeterminado, ex., 180 graus, para posicionar os dados residuais nos limites de PU do bloco residual original em um canto superior esquerdo do bloco residual girado. No lado da decodificação, esta rotação posiciona os dados residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual girado para melhorar eficiência da codificação de entropia. No lado de decodificação, esta rotação reverte a rotação realizada durante a codificação e retorna os dados residuais com energia mais alta do que a média para sua posição original no bloco residual original.

[0151] A operação ilustrada na FIG. 7 será descrita com relação à unidade de reposicionamento 66 do codificador de vídeo 20 da FIG. 2. Em outros exemplos, a mesma operação também pode ser realizada pela unidade de reposicionamento 94 do decodificador de vídeo 30 da FIG. 3. Na operação ilustrada, a unidade de reposicionamento 66 pode ou girar o bloco residual pelo valor de rotação predeterminado, ex., 180 graus, ou não girar o bloco residual. Para determinar quando girar o bloco residual, a unidade de reposicionamento 66 determina um primeiro número de limites de PU em uma borda esquerda e uma borda superior do bloco residual (160). A unidade de reposicionamento 66

também determina um segundo número de limites de PU em uma borda direita e uma borda inferior do bloco residual (162).

[0152] Se o segundo número de limites de PU é maior que o primeiro número de limites de PU (ramificação SIM de 164), os dados residuais com energia mais alta do que a média estão provavelmente concentrados em um canto direito inferior do bloco residual. Neste caso, a unidade de reposicionamento 66 gira o bloco residual pelo valor de rotação predeterminado (168). Girar o bloco residual em 180 graus, por exemplo, posicionará os dados residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual girado. Por outro lado, se o segundo número de limites de PU é menor que ou igual ao primeiro número de limites de PU (ramificação NÃO de 164), os dados residuais com energia mais alta do que a média estão provavelmente concentrados no canto superior esquerdo do bloco residual. Nesse caso, a unidade de reposicionamento 66 não gira o bloco residual (166).

[0153] FIG. 8 é um fluxograma ilustra outra operação exemplar da determinação de quando girar um bloco residual incluindo determinar um valor de rotação para o bloco residual com base em um tipo de limite nas bordas do bloco residual para cada um dos dois ou mais valores de rotação possíveis. A operação ilustrada é outro exemplo mais detalhado da etapa 126 da FIG. 5 e 146 da FIG. 6 da determinação de quando girar o bloco residual com base no tipo de limite nas bordas.

[0154] Quando uma transformada é pulada para o bloco residual, ex., um modo de codificação sem perdas ou um modo de codificação com perdas em um modo de pulo de transformada, eficiência da codificação de entropia pode ser melhorada pela rotação do bloco residual durante a codificação para melhorar o posicionamento dos dados

residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual. Durante a decodificação, a rotação realizada durante a codificação precisa ser revertida para reconstruir adequadamente o bloco de vídeo a partir do bloco residual usando um bloco preditivo no modo de inter-previsão.

[0155] No modo de inter-previsão, se a borda particular do bloco residual é um limite de TU entre duas TUs dentro da mesma PU, os dados residuais no limite de TU do bloco residual tipicamente tem energia mais baixa do que os dados residuais médios no bloco residual. Ainda, se uma borda particular do bloco residual é um limite de PU entre duas TUs em diferentes PUs, os dados residuais no limite da PU do bloco residual tipicamente tem energia mais alta do que os dados residuais médios no bloco residual. Com base nesta observação, as técnicas ilustradas na FIG. 8 usam o tipo de limite nas bordas do bloco residual para determinar um valor de rotação pelo qual girar o bloco residual, ex., 0, 180, 90 ou 270 graus, para posicionar os dados residuais nos limites de PU do bloco residual original em um canto superior esquerdo do bloco residual girado. No lado da decodificação, esta rotação posiciona os dados residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual girado para melhorar eficiência da codificação de entropia. No lado de decodificação, esta rotação reverte a rotação realizada durante a codificação e retorna os dados residuais com energia mais alta do que a média para sua posição original no bloco residual original.

[0156] A operação ilustrada na FIG. 8 será descrita com relação à unidade de reposicionamento 66 do codificador de vídeo 20 da FIG. 2. Em outros exemplos, a mesma operação também pode ser realizada pela unidade de reposicionamento 94 do decodificador de vídeo 30 da FIG. 3.

Na operação ilustrada, a unidade de reposicionamento 66 pode girar o bloco residual por um valor de rotação selecionado a partir de uma pluralidade de valores de rotação. Em alguns casos, os valores de rotação podem incluir 0 graus, i.e., sem rotação, e 180 graus. Em outros casos, os valores de rotação podem incluir 0 graus, 180 graus, 90 graus e 270 graus. Como um exemplo, no lado da decodificação, os valores de rotação podem estar em uma direção anti-horária, e, no lado de decodificação, os valores de rotação podem estar na direção horária.

[0157] Para determinar o valor de rotação pelo qual girar o bloco residual, a unidade de reposicionamento 66 determina um primeiro número de limites de PU em uma borda esquerda e uma borda superior do bloco residual para cada um dos valores de rotação (170). A unidade de reposicionamento 66 também determina um segundo número de limites de PU em uma borda direita e uma borda inferior do bloco residual para cada um dos valores de rotação (172). A unidade de reposicionamento 66, portanto, realiza cada uma das possíveis rotações do bloco residual

[0158] A unidade de reposicionamento 66 calcula um valor de diferença entre o primeiro número e o segundo número para cada um dos valores de rotação (174). Deste modo, a unidade de reposicionamento 66 determina onde os dados residuais com energia mais alta do que a média estão provavelmente concentrados no bloco residual após cada uma das rotações ser realizada. A unidade de reposicionamento 66 então determina um valor de diferença máximo a partir dos valores de diferença calculados para todos os valores de rotação (176). Para maximizar a concentração dos dados residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual, a unidade de rotação 66 escolhe um dos valores de rotação

associados com o valor de diferença máximo. A unidade de reposicionamento 94 gira então o bloco residual pelo valor de rotação com o valor de diferença máximo (178).

[0159] FIG. 9 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar de restrição do tamanho de blocos dos blocos residuais para os quais a rotação pode ser realizada quando uma transformada não é aplicada aos blocos residuais. A operação ilustrada na FIG. 9 será descrita com relação à unidade de reposicionamento 66 do codificador de vídeo 20 da FIG. 2. Em outros exemplos, a mesma operação também pode ser realizada pela unidade de reposicionamento 94 do decodificador de vídeo 30 da FIG. 3. A operação ilustrada pode ser aplicada a ambos os blocos residuais de blocos residuais de intra-previsão e inter-previsão em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas.

[0160] As técnicas descritas acima incluem girar um bloco residual por um valor de rotação determinado quando uma transformada é pulada ou ignorada para o bloco residual. As técnicas acima descrevem realizar a rotação para ambos os blocos residuais de inter-previsão e blocos residuais de intra-previsão que são codificados usando ou o modo de codificação com perdas com o modo de pulo de transformada ou o modo de codificação sem perdas no qual ambos os processos de transformada e quantificação são ignorados.

[0161] No modo de codificação com perda, um modo de pulo de transformada pode ser aplicado a todos os tamanhos de blocos residuais. No modo de codificação sem perda, uma transformada é ignorada para todos os tamanhos de blocos residuais. Uma rotação, portanto, pode ser realizada para todos os tamanhos de blocos residuais em ambos o modo de intra-previsão e o modo de inter-previsão.

Realizar a rotação para blocos residuais de tamanhos grande, como blocos 16x 16 ou 32x32, no entanto, pode ser difícil para implementações de hardware. De acordo com as técnicas desta revelação, a rotação dos dados residuais dos blocos residuais para os quais uma transformada não é aplicada pode ser restrita aos tamanhos de bloco residual que é menor que ou igual a um tamanho limite. Determinar quando girar o bloco residual, portanto, pode depender de `cu_transquant_bypass_flag` que indica o modo de codificação sem perdas, o `transform_skip_flag` que indica o modo de pulo de transformada no modo de codificação com perda, e um tamanho do bloco residual.

[0162] Na operação ilustrada na FIG. 9, a unidade de reposicionamento 66 recebe um bloco residual quando uma transformada não é aplicada ao bloco residual, i.e., o bloco residual é codificado usando o modo de codificação sem perdas ou o modo de codificação com perdas em um modo de pulo de transformada. As técnicas desta revelação incluem restringir o tamanho dos blocos residuais para os quais a rotação pode ser realizada em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas.

[0163] Neste caso, para determinar quando girar o bloco residual, a unidade de reposicionamento 66 determina um tamanho do bloco residual para o qual uma transformada não é aplicada (180). Se o tamanho do bloco residual é menor que ou igual a um tamanho de bloco limite (ramificação SIM de 182), então a unidade de reposicionamento 66 determina quando girar o bloco residual por um valor de rotação determinado (186). Se o tamanho do bloco residual é maior que o tamanho limite (ramificação NÃO de 182), a unidade de reposicionamento 66 desabilita a rotação e não gira o bloco residual (184). A rotação

determinação pode ser realizada por uma das operações descritas em mais detalhes acima. Em alguns exemplos, se o bloco residual é um bloco residual de intra-previsão, a rotação será sempre aplicada quando o tamanho de bloco do bloco residual satisfaz o critério de tamanho de bloco limite. Em alguns casos, a rotação do bloco residual pode ser limitada a 180 graus. Em outros casos, a rotação do bloco residual pode ser determinada por ser uma de 0 graus, 90 graus, 180 graus ou 270 graus de acordo com as técnicas descritas acima. Em outros exemplos, se o bloco residual é um bloco residual de inter-previsão ou um bloco residual de previsão de cópia intra bloco (BC), a rotação pode ser desabilitada.

[0164] Em um exemplo, o tamanho limite para realizar a rotação dos blocos residuais em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas é 8x8. Em outros exemplos, o tamanho limite pode ser igual a 4x4. Em alguns casos, a rotação pode somente ser aplicada aos blocos residuais de intra-previsão ou no modo de codificação com perda ou no modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite, e a rotação pode ser desabilitada para os blocos residuais de inter-previsão independentemente do tamanho de bloco. Em alguns casos, a rotação também pode ser desabilitada para bloco residuais de previsão intra BC independente do tamanho de bloco. Em outros casos, a rotação pode ser aplicada a ambos blocos residuais de intra-previsão e de inter-previsão ou no modo de codificação com perda ou no modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite (i.e., o tamanho de bloco residual é menor que ou igual ao tamanho de bloco limite). Em outro caso, a rotação pode ser aplicada somente aos blocos residuais de intra-previsão no modo de codificação com

perda com pulo de transformada que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite, e a ambos os blocos residuais de intra-previsão e inter-previsão no modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite.

[0165] Em outro exemplo, o modo de pulo de transformada pode ser restrito à aplicação somente aos blocos residuais no modo de codificação com perda tendo tamanhos até um tamanho de bloco máximo, ex., 4x4 ou 8x8. O tamanho de bloco máximo para o qual a transformada pode ser ignorada no modo de codificação com perda pode ser indicado em um de um SPS e a PPS associado com o bloco residual. Neste caso, o tamanho limite para realizar a rotação dos blocos residuais em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas é menor que ou igual a um tamanho de bloco máximo para o qual uma transformada pode ser pulada no modo de codificação com perda, ex., 4x4 ou 8x8. Definir o tamanho de bloco limite para ser menor ou igual ao tamanho de bloco máximo para o qual uma transformada pode ser pulada no modo de codificação com perda alinha os tamanhos de bloco para os quais a rotação pode ser realizada para ambos os casos de modo de codificação sem perda e com perda.

[0166] Em alguns casos, a rotação somente pode ser aplicada aos blocos residuais de intra-previsão ou no modo de codificação com perda ou no modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite, e a rotação pode ser desabilitada para blocos residuais de inter-previsão independentemente do tamanho de bloco. Em alguns casos, a rotação também pode ser desabilitada para bloco residuais de previsão intra BC independente do tamanho de bloco. Em outros casos, a rotação pode ser aplicada a ambos blocos residuais de intra-previsão e inter-previsão ou no modo de codificação com perda ou no

modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite. Em outro caso, a rotação pode ser aplicada somente aos blocos residuais de intra-previsão no modo de codificação com perda com pulo de transformada que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite, e a ambos os blocos residuais de intra-previsão e inter-previsão no modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite.

[0167] FIG. 10 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar de restrição do tamanho de blocos dos blocos residuais para os quais o lançamento dos valores de amostra dos dados residuais ao longo de uma diagonal pode ser realizado quando uma transformada não é aplicada aos blocos residuais. A operação ilustrada na FIG. 10 será descrita com relação à unidade de reposicionamento 66 do codificador de vídeo 20 da FIG. 2. Em outros exemplos, a mesma operação também pode ser realizada pela unidade de reposicionamento 94 do decodificador de vídeo 30 da FIG. 3. A operação ilustrada pode ser aplicada a ambos os blocos residuais de blocos residuais de intra-previsão e inter-previsão em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas.

[0168] As técnicas descritas acima que se aplicam à rotação de um bloco residual também podem se aplicar ao lançamento dos valores de amostra dos dados residuais do bloco residual. Como discutido acima, JCTVC-K0294 propôs que, dependendo do escaneamento sendo usado, os valores de amostra de um bloco residual de intra-previsão podem ser lançados ao longo da diagonal principal ou a anti-diagonal do bloco residual quando uma transformada é pulada para o bloco residual. O critério para quando uma rotação pode ser realizada para um bloco residual, descrita acima com relação à FIG. 9, também pode

ser aplicado para determinar quando o lançamento dos valores de previsão residual pode ser realizado.

[0169] Quando os valores de amostra dos dados residuais de um bloco residual são lançados, os valores de amostra em um lado de uma diagonal trocam lugares com valores de amostra nos locais de imagem de espelho correspondentes no outro lado da diagonal do bloco residual. Em alguns exemplos, o lançamento dos valores de amostra do bloco residual pode incluir espelhar os valores de amostra através da diagonal principal do bloco residual, i.e., a linha diagonal a partir do canto superior esquerdo para o canto inferior direito do bloco residual. Em outros exemplos, o lançamento do valor de amostra do bloco residual pode incluir espelhar os valores de amostra através da anti-diagonal do bloco residual, i.e., uma linha diagonal a partir do canto inferior esquerdo para o canto superior direito do bloco residual. Em alguns casos, os valores de amostra do bloco residual serão lançados ao redor da diagonal principal quando ou um modo de escaneamento horizontal ou um vertical é selecionado para o bloco residual de transformada pulada. Em outros casos, os valores de amostra do bloco residual serão lançados ao redor da anti-diagonal quando um modo de escaneamento diagonal é selecionado para o bloco residual de transformada pulada.

[0170] No modo de codificação com perda, um modo de pulo de transformada pode ser aplicado a todos os tamanhos de blocos residuais. No modo de codificação sem perda, uma transformada é ignorada para todos os tamanhos de blocos residuais. O lançamento, portanto, pode ser realizado para todos os tamanhos de blocos residuais em ambos o modo de intra-previsão e o modo de inter-previsão. De acordo com as técnicas desta revelação, o lançamento dos

dados residuais dos blocos residuais para os quais uma transformada não é aplicada pode ser restrito aos tamanhos de bloco residual que é menor que ou igual a um tamanho limite. Determinar quando lançar o bloco residual, portanto, pode depender do `cu_transquant_bypass_flag` que indica o modo de codificação sem perdas, o `transform_skip_flag` que indica o modo de pulo de transformada no modo de codificação com perda, e um tamanho do bloco residual.

[0171] Na operação ilustrada na FIG. 10, a unidade de reposicionamento 66 recebe um bloco residual quando uma transformada é pulada para o bloco residual, i.e., o bloco residual é codificado usando o modo de codificação sem perdas ou o modo de codificação com perdas em um modo de pulo de transformada. As técnicas desta revelação incluem restringir o tamanho dos blocos residuais para os quais o lançamento pode ser realizado em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas.

[0172] Neste caso, para determinar quando lançar o bloco residual, a unidade de reposicionamento 66 determina um tamanho do bloco residual para o qual uma transformada não é aplicada (190). Se o tamanho do bloco residual é menor que ou igual a um tamanho de bloco limite (ramificação SIM de 192), então a unidade de reposicionamento 66 determina quando lançar os valores de amostra dos dados residuais ao longo de uma diagonal do bloco residual (196). Se o tamanho do bloco residual é maior que o tamanho limite (ramificação NÃO de 192), a unidade de reposicionamento 66 desabilita o lançamento e não lança os valores de amostra dos dados residuais do bloco residual (194). Os valores de amostra dos dados residuais podem ser lançados ao longo de uma diagonal

principal, i.e., superior esquerdo para inferior direito, ou ao longo de uma anti-diagonal, i.e., inferior esquerdo para superior direito, do bloco residual.

[0173] Em um exemplo, o tamanho limite para lançar dados residuais dos blocos residuais em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas é 8x8. Em outros exemplos, o tamanho limite pode ser igual a 4x4. Em alguns casos, o lançamento pode somente ser aplicado aos blocos residuais de intra-previsão ou no modo de codificação com perda ou no modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite, e a rotação pode ser desabilitada para blocos residuais de inter-previsão independentemente do tamanho de bloco. Em alguns casos, o lançamento também pode ser desabilitado para blocos residuais de previsão intra BC independente do tamanho de bloco. Em outros casos, o lançamento pode ser aplicado a ambos os blocos residuais de intra-previsão e inter-previsão ou no modo de codificação com perda ou no modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite (i.e., o tamanho de bloco residual é menor que ou igual ao tamanho de bloco limite). Em outro caso, o lançamento pode ser aplicado somente aos blocos residuais de intra-previsão no modo de codificação com perda com pulo de transformada que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite, e a ambos os blocos residuais de intra-previsão e inter-previsão no modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite.

[0174] Em outro exemplo, o modo de pulo de transformada pode ser restrito à aplicação somente aos blocos residuais no modo de codificação com perda tendo tamanhos até um tamanho de bloco máximo, ex., 4x4 ou 8x8. O tamanho de bloco máximo para o qual a transformada pode ser ignorada no modo de codificação com perda pode ser indicado

em um de um SPS e a PPS associado com o bloco residual. Neste caso, o tamanho limite para lançar os dados residuais dos blocos residuais em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas é menor que ou igual a um tamanho de bloco máximo para o qual uma transformada pode ser pulada no modo de codificação com perda, ex., 4x4 ou 8x8. Definir o tamanho de bloco limite para ser menor que ou igual ao tamanho de bloco máximo para o qual uma transformada pode ser pulada no modo de codificação com perda alinha os tamanhos de blocos para os quais o lançamento pode ser realizado para ambos os casos de modo de codificação sem perda e com perda.

[0175] Em alguns casos, o lançamento somente pode ser aplicado aos blocos residuais de intra-previsão ou no modo de codificação com perda ou no modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite, e a rotação pode ser desabilitada para blocos residuais de inter-previsão independentemente do tamanho de bloco. Em alguns casos, o lançamento também pode ser desabilitado para blocos residuais de previsão intra BC independente do tamanho de bloco. Em outros casos, o lançamento pode ser aplicado a ambos os blocos residuais de intra-previsão e inter-previsão ou no modo de codificação com perda ou no modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite. Em outro caso, o lançamento pode ser aplicado somente aos blocos residuais de intra-previsão no modo de codificação com perda com pulo de transformada que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite, e a ambos os blocos residuais de intra-previsão e inter-previsão no modo de codificação sem perda que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite.

[0176] As FIGS. 11 A e 11B são diagramas conceituais ilustrando blocos residuais 200 e 202,

respectivamente, codificados usando a Modulação de Código de Pulso Diferencial Residual (RDPCM). Em um exemplo, um padrão de codificação de vídeo pode suportar blocos de intra-previsão de pulso de transformada e blocos de inter-previsão de pulso de transformada usando a Modulação de Código de Pulso Diferencial Residual (RDPCM) na direção horizontal ou vertical. A ideia básica atrás da RDPCM é aplicar técnicas de DPCM para prever dados residuais com um bloco residual pelo uso de um pixel da fileira superior para prever um pixel atual no modo vertical e para usar o pixel da coluna esquerda para prever o pixel atual no modo horizontal. Cada um dos blocos residuais 200 e 202 são de tamanho M (fileiras) $\times$ N (colunas) e incluem pixels de dados residuais $r_{i,j}$, onde $0 \leq i \leq (M-1)$ and $0 \leq j \leq (N-1)$.

[0177] Na decodificação dos blocos residuais no modo de codificação com perda usando RDPCM, a seguinte ordem de operações pode ser seguida no decodificador de vídeo 30 da FIG. 3: rotação ou lançamento realizado pela unidade de reposicionamento 94, quantificação inversa realizado pela unidade de quantificação inversa 86, pulso da transformada inversa, e RDPCM inversa. Na codificação de blocos residuais no modo de codificação com perda usando RDPCM, a seguinte ordem de operações pode ser seguida no codificador de vídeo 20 da FIG. 2: RDPCM, pulso de transformada, quantificação realizada pela unidade de quantificação 54, e rotação ou lançamento realizado pela unidade de reposicionamento 66. Na decodificação de blocos residuais no modo de codificação sem perda usando RDPCM, a seguinte ordem de operações pode ser seguida no decodificador de vídeo 30 da FIG. 3: rotação ou lançamento realizado pela unidade de reposicionamento 94, desvio da quantificação inversa e transformada inversa, e RDPCM inversa. Na codificação dos blocos residuais no modo de

codificação sem perda usando RDPCM, a seguinte ordem de operações pode ser seguida no codificador de vídeo 20 da FIG. 2: RDPCM, desvio da transformada e quantificação, e rotação ou lançamento realizado pela unidade de reposicionamento 66.

[0178] A FIG. 11A ilustra um modo de inter RDPCM vertical aplicado ao bloco residual 200. No modo de inter RDPCM vertical, os dados residuais em uma primeira fileira 201 do bloco residual 200 são inalterados (i.e., não previstos a partir de qualquer outra fileira), enquanto que as últimas fileiras dos dados residuais do bloco residual 200 são previstas a partir da fileira acima. Após a inter RDPCM vertical, os dados residuais na primeira fileira 201 tendem ter mais ou energia maior em comparação às outras fileiras dos dados residuais no bloco residual 200. Se o bloco residual 200 é girado, ex., em 180 graus, após a inter RDPCM vertical, a fileira mais inferior dos dados residuais do bloco residual 200 tende a ter mais ou energia/magnitude maior do que as outras fileiras dos dados residuais.

[0179] FIG. 11B ilustra um modo de inter RDPCM horizontal aplicado ao bloco residual 202. No modo de inter RDPCM horizontal, os dados residuais em uma coluna mais à esquerda 203 do bloco residual 202 são inalterados (i.e., não previstos a partir de qualquer outra coluna), enquanto que as últimas colunas dos dados residuais do bloco residual 202 são previstas a partir da coluna esquerda. Após a inter RDPCM horizontal, os dados residuais na coluna mais à esquerda 203 tende a ter mais ou energia maior em comparação a outras colunas dos dados residuais no bloco residual 202. Se o bloco residual 202 é girado, ex., em 180 graus, após a inter RDPCM horizontal, a fileira mais à direita dos dados residuais do bloco residual 202 tende a

ter mais ou energia/magnitude maior do que as outras fileiras dos dados residuais.

[0180] Para a inter RDPCM, a direção de previsão (no RDPCM, horizontal, vertical) pode ser explicitamente sinalizado para o decodificador de vídeo 30. Por exemplo, o codificador de vídeo 20 pode incluir um ou mais elementos de sintaxe em um bitstream codificado que indica o modo de RDPCM para um bloco particular (ou blocos) de dados de vídeo. O decodificador de vídeo 30 pode receber os um ou mais elementos de sintaxe e realizar a RDPCM de uma maneira recíproca.

[0181] Como descrito acima, na HEVC, a codificação de entropia é projetada para a codificação da transformada. Os coeficientes de transformada de frequência inferior normalmente tem energia mais alta. Os coeficientes de transformada são escaneados e tem a entropia codificada a partir do lado inferior-direito para o superior-esquerdo de um bloco de vídeo. Assim, o codificador de vídeo ou decodificador de vídeo espera os coeficientes iniciais no escaneamento no canto inferior-direito do bloco de vídeo para ter energia menor do que os últimos coeficientes na ordem de escaneamento. Após um bloco inter RDPCM ser girado, no entanto, os coeficientes iniciais no escaneamento no canto inferior-direito do bloco de vídeo tendem a ter mais ou energia mais alta do que os últimos coeficientes na ordem de escaneamento, resultando assim em um desempenho de codificação pior (i.e., mais bits necessários para a codificação de entropia).

[0182] As técnicas desta revelação incluem desabilitar seletivamente (i.e., não aplicar) o reposicionamento dos dados residuais para blocos residuais de inter RDPCM. Mais especificamente, para um bloco residual ou no modo de inter-previsão ou no modo de intra-

previsão usando a RDPCM na direção horizontal ou vertical, o bloco residual pode não ser girado antes de codificar os dados residuais do bloco residual. Em alguns exemplos, as técnicas de desabilitar a rotação, i.e., não girar o bloco residual antes de codificar os dados residuais, para determinados modos de previsão pode ser aplicado somente à codificação com perda com pulo de transformada, somente codificação sem perdas, ou ambas a codificação com perda com pulo de transformada e codificação sem perdas.

[0183] FIG. 12 é um diagrama conceitual que ilustra uma imagem atual 210 incluindo um bloco atual 212 sendo previsto com base em um bloco anteriormente codificado 214 na mesma imagem 210 usando um modo de previsão de cópia intra bloco (intra BC). Em um exemplo, um padrão de codificação de vídeo pode incluir o modo de previsão intra BC como um dos modos de previsão. O conteúdo de vídeo em determinadas aplicações, como desktop remoto, jogos remotos, exibições remotas, infoentretenimento automotivo, computação de nuvem, e similares, tipicamente inclui uma combinação do conteúdo natural e conteúdo da tela, onde o conteúdo da tela pode incluir, por exemplo texto e gráficos artificiais. No conteúdo das regiões de tela, os padrões repetidos (como caracteres, ícones, símbolos, etc.) frequentemente existem. O modo de previsão intra BC é uma técnica dedicada que remove este tipo de redundância e melhora a eficiência da codificação de intra-previsão para conteúdo da tela.

[0184] Como ilustrado na FIG. 12, para um bloco de vídeo atual 212 usando o modo de previsão intra BC, os sinais de previsão são obtidos a partir de um bloco de vídeo codificado anteriormente 214 em uma região reconstruída 213 da imagem atual 210. Um vetor de compensação ou deslocamento (i.e., um vetor de movimento)

216 indica a posição dos sinais de previsão no bloco de vídeo codificado anteriormente 214 deslocado a partir da posição da amostra a ser prevista no bloco de vídeo atual 212. Como um exemplo, o codificador de vídeo 20 pode codificar o vetor de movimento 216 junto com os sinais residuais como uma diferença entre bloco de vídeo atual 212 e os sinais de previsão do bloco de vídeo 214. O decodificador de vídeo 30 pode então decodificar o bloco de vídeo atual 212 com base no vetor de movimento 216 e os sinais residuais recebidos a partir do codificador de vídeo 20.

[0185] Em alguns exemplos, a inter RDPCM pode ser aplicada aos blocos que são codificados usando o modo de previsão intra BC. Como no caso da inter RDPCM, o codificador de vídeo 20 ou decodificador de vídeo 30 pode prever dados residuais a partir dos blocos de previsão intra BC usando três modos, incluindo RDPCM-off, RDPCM-horizontal e RDPCM-vertical. Esta extensão pode ser aplicada para ambos os casos com perda e sem perda.

[0186] As técnicas desta revelação incluem desabilitar seletivamente (i.e., não aplicar) o reposicionamento dos dados residuais dos blocos residuais no modo de previsão intra BC. Além disso, para um bloco residual em qualquer um dos modo de inter-previsão, modo de intra-previsão ou modo de previsão intra BC usando RDPCM na direção horizontal ou vertical, o bloco residual pode não ser girado antes de codificar os dados residuais do bloco residual.

[0187] Em alguns exemplos, as técnicas para desabilitar o reposicionamento para certos modos de previsão podem ser aplicadas somente à codificação com perda com pulo de transformada, somente codificação sem perdas, ou ambas a codificação com perda com pulo de

transformada e codificação sem perdas. Em outro exemplo, o reposicionamento pode ser desabilitado (i.e., não aplicado) para todos os blocos do modo de inter-previsão e todos os blocos do modo de previsão intra BC. Este critério pode ser combinado com outros critérios de quando a codificação é com perda com pulo de transformada ou sem perda para determinar quando o reposicionamento pode ser aplicado.

[0188] Esta revelação geralmente descreve técnicas para codificar dados residuais de um bloco residual de previsão ou em um modo de codificação com perda ou em um modo de codificação sem perda, no qual uma transformada é pulada ou ignorada. De acordo com as técnicas desta revelação, o codificador de vídeo 20 ou decodificador de vídeo 30 determina quando reposicionar dados residuais de um bloco residual com base em um modo de previsão do bloco residual, ex., o modo de intra-previsão, de inter-previsão, ou o modo de previsão de cópia intra bloco, e um tamanho do bloco residual. Em alguns exemplos, as técnicas desabilitam o reposicionamento dos dados residuais para todos os blocos residuais no modo de inter-previsão e o modo de previsão intra BC. Em outros exemplos, as técnicas determinam reposicionar os blocos residuais no modo de intra-previsão quando os blocos residuais têm tamanho de blocos que é menor que ou igual a um tamanho limite para ambos modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas, como descrito acima.

[0189] FIG. 13 é um fluxograma que ilustra uma operação exemplar de determinação de quando reposicionar os dados residuais de um bloco residual para os quais uma transformada não é aplicada com base em um modo de previsão do bloco residual e um tamanho do bloco residual. A operação ilustrada na FIG. 13 será descrita com relação à unidade de reposicionamento 66 do codificador de vídeo 20

da FIG. 2. Em outros exemplos, a mesma operação também pode ser realizada pela unidade de reposicionamento 94 do decodificador de vídeo 30 da FIG. 3. A operação ilustrada pode ser aplicada aos todos os blocos residuais em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas.

[0190] As técnicas descritas acima incluem girar um bloco residual por um valor de rotação determinado ou lançamento dos dados residuais ao longo de uma diagonal do bloco residual quando uma transformada não é aplicada ao bloco residual. As técnicas acima descrevem o reposicionamento dos dados residuais para ambos os blocos residuais de inter-previsão e blocos residuais de intra-previsão que são codificados usando ou o modo de codificação com perdas no modo de pulo de transformada ou o modo de codificação sem perdas no qual ambos os processos de transformada e quantificação são ignorados.

[0191] De acordo com um padrão de codificação de vídeo exemplar, como as Extensões de Faixa de HEVC, no modo de codificação com perda, um modo de pulo de transformada pode ser aplicado aos blocos residuais de qualquer tamanho. No modo de codificação sem perda, os procedimentos de transformada e quantificação são ignorados para todos os blocos residuais. Em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas, portanto, a transformada pode ser pulada ou ignorada para todos os tamanhos de bloco. O reposicionamento, ex., rotação ou lançamento, portanto, pode ser realizado para todos os tamanhos de blocos residuais em ambos o modo de intra-previsão e o modo de inter-previsão. Em alguns exemplos, no modo de codificação com perda, o modo de pulo de transformada pode ser restrito à aplicação somente aos blocos residuais tendo tamanhos até um tamanho de bloco

máximo, ex., 4x4 ou 8x8. O tamanho de bloco máximo para o qual a transformada pode ser ignorada no modo de codificação com perda pode ser indicado em um de um SPS e a PPS associado com o bloco residual.

[0192] Na operação ilustrada na FIG. 13, a unidade de reposicionamento 66 recebe um bloco residual quando uma transformada não é aplicada ao bloco residual, i.e., o bloco residual é codificado usando o modo de codificação sem perdas ou o modo de codificação com perdas em um modo de pulo de transformada. As técnicas desta revelação incluem restringir o tamanho dos blocos residuais para os quais o reposicionamento pode ser realizado em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas.

[0193] Neste caso, para determinar quando reposicionar o bloco residual, a unidade de reposicionamento 66 determina um modo de previsão do bloco residual para o qual uma transformada não é aplicada (220). Se o bloco residual está no modo de inter-previsão (ramificação SIM de 222), a unidade de reposicionamento 66 desabilita o processo de reposicionamento e não gira ou lança os dados residuais do bloco residual (232). Se o bloco residual não está no modo de inter-previsão (ramificação NÃO de 222) mas o bloco residual está no modo de previsão intra BC (ramificação SIM de 224), a unidade de reposicionamento 66 desabilita o processo de reposicionamento e não gira ou lança os dados residuais do bloco residual (232).

[0194] Se o bloco residual não está no modo de previsão intra BC (ramificação NÃO de 224) mas o bloco residual está no modo de intra-previsão (ramificação SIM de 226), a unidade de reposicionamento 66 determina um tamanho do bloco residual no modo de codificação sem perda (228).

Se o tamanho do bloco residual é menor que ou igual a um tamanho de bloco limite (ramificação SIM de 230), então a unidade de reposicionamento 66 determina quando reposicionar, i.e., girar ou lançar, o bloco residual (234). Se o tamanho do bloco residual é maior que o tamanho limite (ramificação NÃO de 230), unidade de reposicionamento 66 desabilita o processo de reposicionamento e não gira ou lança os dados residuais do bloco residual (232). Se o bloco residual não está no de intra-previsão (ramificação NÃO de 226), a unidade de reposicionamento 66 desabilita o processo de reposicionamento e não gira ou lança os dados residuais do bloco residual (232). Em outros exemplos, se o bloco residual em qualquer dos modos de previsão usa a RDPCM, a unidade de reposicionamento 66 pode desabilitar o processo de reposicionamento e não girar ou lançar os dados residuais do bloco residual.

[0195] Em um exemplo, o tamanho limite usado na operação 230 para determinar quando realizar o reposicionamento dos blocos residuais é 8x8. Em outro exemplo, o tamanho limite é igual a 4x4. Em um exemplo adicional, o modo de pulo de transformada pode ser restrito à aplicação somente aos blocos residuais no modo de codificação com perda tendo tamanhos até um tamanho de bloco máximo, ex., 4x4 ou 8x8. O tamanho de bloco máximo para o qual a transformada pode ser ignorada no modo de codificação com perda pode ser indicado em um de um SPS e a PPS associado com o bloco residual. Neste caso, o tamanho limite para determinar quando realizar o reposicionamento dos blocos residuais em ambos o modo de codificação com perdas e o modo de codificação sem perdas é menor que ou igual a um tamanho de bloco máximo para o qual uma transformada pode ser pulada no modo de codificação com

perda, ex., 4x4 ou 8x8. A ajuste do tamanho de bloco limite para menor que ou igual ao tamanho de bloco máximo para o qual uma transformada pode ser pulada no modo de codificação com perda alinha o tamanho de blocos para os quais a rotação pode ser realizada para ambos os casos de modo de codificação sem perda e com perda.

[0196] No caso de um processo de rotação, a determinação de reposicionamento pode ser realizada por uma das operações descritas em mais detalhes acima com relação às FIGS. 5-8. Em alguns exemplos, quando o bloco residual é um bloco residual de intra-previsão, a rotação será sempre aplicada quando o tamanho de bloco do bloco residual satisfaz o critério de tamanho de bloco limite. Em alguns casos, a rotação do bloco residual pode ser limitada a 180 graus. Em outros casos, quando o bloco residual é um bloco residual de intra-previsão que satisfaz o critério de tamanho de bloco limite, a rotação do bloco residual pode ser determinada por ser uma de 0 graus, 90 graus, 180 graus ou 270 graus de acordo com as técnicas descritas acima.

[0197] Em um ou mais exemplos, as funções descritas podem ser implementadas em hardware, software, firmware, ou em qualquer combinação dos mesmos. Se implementadas em software, as funções podem ser armazenadas em ou transmitidas sobre, as uma ou mais instruções ou código, uma mídia legível por computador e executada por uma unidade de processamento baseada em hardware. A mídia legível por computador pode incluir a mídia de armazenamento legível por computador, que corresponde a uma mídia tangível como mídia de armazenamento de dados, ou meio de comunicação incluindo qualquer mídia que facilita a transferência de um programa de computador de um lugar para outro, ex., de acordo com um protocolo de comunicação. Desta maneira, a mídia legível por computador geralmente

pode corresponder a (1) mídia de armazenamento legível por computador tangível que é não-transitória ou (2) um meio de comunicação como um sinal ou onda portadora. A mídia de armazenamento de dados pode qualquer mídia disponível que pode ser acessada por um ou mais computadores ou um ou mais processadores para recuperar as instruções, código e/ou estruturas de dados para implementação das técnicas descritas nesta revelação. Um produto de programa de computador pode incluir uma mídia legível por computador.

[0198] Por meio de exemplo, e não limitação, tal mídia de armazenamento legível por computador pode compreender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM ou outro armazenamento em disco ótico, armazenamento em disco magnético, ou outros dispositivos de armazenamento magnéticos, memória flash, ou qualquer outro meio que pode ser usado para armazenar o código de programa desejado na forma de instruções ou estruturas de dados e que pode ser acessada por um computador. Também, qualquer conexão é adequadamente chamada de mídia legível por computador. Por exemplo, se as instruções são transmitidas a partir de um site da web, servidor, ou outra fonte remota usando um cabo coaxial, cabo de fibra ótica, par trançado, linha de assinante digital (DSL), ou tecnologias remotas como infravermelho, rádio, e micro-onda, então o cabo coaxial, cabo de fibra ótica, par trançado, DSL, ou tecnologias sem fio como infravermelho, rádio, e micro-onda são incluídos na definição de mídia. Deve-se compreender, no entanto, que mídia de armazenamento legível por computador e mídia de armazenamento de dados não incluem conexões, ondas portadoras, sinais, ou outra mídia transiente, mas são, ao invés, direcionadas à mídia de armazenamento não-transiente, tangível. Disco e disquete, são usados na presente invenção, incluem disco compacto (CD), disco a

laser, disco ótico, disco versátil digital (DVD), disquete e disco Blu-ray, onde disquetes normalmente reproduzem dados magneticamente, enquanto discos reproduzem dados oticamente com lasers. Combinações dos acima também devem ser incluídas dentro do escopo de mídia legível por computador.

[0199] As instruções podem ser executadas por um ou mais processadores, como um ou mais processadores de sinal digital (DSPs), microprocessadores de uso geral, circuito integrados de aplicação específica (ASICs), arranjos lógicos programáveis em campo (FPGAs), ou outro conjunto de circuito integrado ou lógico discreto equivalente. Dessa forma, o termo "processador", como usado na presente invenção pode se referir a qualquer uma das estruturas anteriores ou qualquer outra estrutura adequada para implementação das técnicas descritas na presente invenção. Além disso, em alguns aspectos, a funcionalidade descrita na presente invenção pode ser fornecida dentro de módulos de hardware e/ou software dedicados configurados para codificação e decodificação, ou incorporados em um codec combinado. Também, as técnicas poderiam ser completamente implementadas em um ou mais circuitos ou elementos lógicos.

[0200] As técnicas desta revelação podem ser implementadas em uma ampla variedade de dispositivos ou aparelhos, incluindo um aparelho remoto, um circuito integrado (IC) ou um conjunto de ICs (ex., um chip set). Vários componentes, módulos, ou unidades são descritos nesta revelação para enfatizar os aspectos funcionais dos dispositivos configurados para realizar as técnicas reveladas, mas não necessariamente requerem a realização por diferentes unidades de hardware. Ao invés, como descrito acima, várias unidades podem ser combinadas em uma

unidade de hardware de codec ou fornecidas por uma coleção de unidades de hardware inter-operativas, incluindo um ou mais processadores como descrito acima, em conjunto com software e/ou firmware adequado.

[0201] Vários exemplos foram descritos. Estes e outros exemplos estão dentro do escopo das seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para decodificar dados de vídeo, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

decodificar pelo menos um bloco residual de dados de vídeo, utilizando modo de salto de transformada em um modo de codificação com perda, em que, no modo de codificação com perda utilizando um modo de salto de transformada, em que, no modo de codificação com perda utilizando um modo de salto de transformada, transformada não é aplicada para blocos residuais tendo um tamanho de bloco até um tamanho de bloco máximo; e

decodificar pelo menos um bloco residual de dados de vídeo em um modo de codificação sem perda, em que, no modo de codificação sem perda, transformada e quantização não são aplicados ao bloco residual; e

para o pelo menos um bloco residual decodificado utilizando o modo de salto de transformada no modo de codificação com perda, e para o pelo menos um bloco residual decodificado no modo de codificação sem perda, antes de reconstruir um bloco de vídeo a partir de dados residuais do bloco residual, determinar (220, 228) se reposiciona os dados residuais do bloco residual com base em um modo de previsão do bloco residual e com base em um tamanho do bloco residual,

em que reposicionar os dados residuais compreende um dentre girar ou lançar os dados residuais do bloco residual,

em que uma determinação é feita para reposicionar os dados residuais do bloco residual quando o modo de previsão do bloco residual for um intra-modo e o tamanho do

bloco residual for menor do que ou igual a um tamanho limite que é menor do que ou igual ao tamanho de bloco máximo para o qual transformada não é aplicada no modo de codificação com perda, e

em que o tamanho de bloco máximo para o qual transformada não é aplicada no modo de codificação com perda é indicado em um dentre um conjunto de parâmetros de sequência, SPS, ou um conjunto de parâmetros de imagem, PPS, associado com os dados de vídeo.

2. Método para codificar dados de vídeo, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

codificar pelo menos um bloco residual de dados de vídeo, utilizando um modo de salto de transformada em um modo de codificação com perda, em que, no modo de codificação com perda, transformada não é aplicada para blocos residuais tendo um tamanho de bloco de até um tamanho de bloco máximo; e

codificar pelo menos um bloco residual de dados de vídeo em um modo de codificação sem perda, em que, no modo de codificação sem perda, transformada e quantização não são aplicados ao bloco residual; e

para o pelo menos um bloco residual codificado utilizando o modo de salto de transformada no modo de codificação com perda utilizando o modo de salto de transformada, e para o pelo menos um bloco residual codificado no modo de codificação sem perda, antes de codificar dados residuais do bloco residual, determinar (220, 228) se reposiciona os dados residuais do bloco residual com base em um modo de previsão do bloco residual e com base em um tamanho do bloco residual,

em que reposicionar os dados residuais compreende um dentre girar ou lançar os dados residuais do bloco residual,

em que uma determinação é feita para reposicionar os dados residuais do bloco residual quando o modo de previsão do bloco residual for um intra-modo e o tamanho do bloco residual for menor do que ou igual a um tamanho limite que é menor do que ou igual ao tamanho de bloco máximo para o qual transformada não é aplicada no modo de codificação com perda, e

em que o tamanho de bloco máximo para o qual transformada não é aplicada no modo de codificação com perda é indicado em um dentre um conjunto de parâmetros de sequência, SPS, ou um conjunto de parâmetros de imagem, PPS, associado com os dados de vídeo.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que, quando o modo de previsão do bloco residual for um modo de intra-previsão, determinar se reposiciona os dados residuais do bloco residual compreende:

determinar o tamanho do bloco residual;

com base no tamanho do bloco residual ser menor que ou igual ao tamanho limite, determinar reposicionar os dados residuais do bloco residual; e

com base no tamanho do bloco residual ser maior que o tamanho limite, desabilitar reposicionamento dos dados residuais do bloco residual.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que o tamanho limite é igual a um dentre um bloco 8x8 ou um bloco 4x4.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente, quando o modo de previsão do bloco residual for um modo de inter-previsão e/ou quando o modo de previsão do bloco residual for modo de previsão de cópia intra-bloco, desabilitar reposicionamento dos dados residuais do bloco residual.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente, quando o modo de previsão do bloco residual for um dentre um modo de inter-previsão que usa DPCM residual ou um modo de previsão de cópia intra-bloco que usa DPCM residual, desabilitar reposicionamento dos dados residuais do bloco residual.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente, com base em uma determinação para reposicionar os dados residuais do bloco residual, reposicionar os dados residuais do bloco residual para reverter um dentre uma giro ou um lançamento realizado durante a codificação dos dados residuais do bloco residual que posicionou uma porção dos dados residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual.

8. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que compreende adicionalmente, com base em uma determinação para reposicionar os dados residuais do bloco residual, um dentre girar ou lançar os dados residuais do bloco residual a fim de posicionar uma porção dos dados residuais com energia mais alta que a média em um canto superior esquerdo do bloco residual.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que determinar se reposiciona os dados residuais do bloco residual compreende determinar girar o bloco residual, o método compreendendo adicionalmente girar o bloco residual por um valor de rotação predeterminado; ou

em que determinar se reposiciona os dados residuais do bloco residual compreende determinar um valor de rotação para o bloco residual, o método compreendendo adicionalmente girar o bloco residual pelo valor de rotação determinado.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que determinar se reposiciona os dados residuais do bloco residual compreender determinar lançar os dados residuais do bloco residual, o método compreendendo adicionalmente lançar os dados residuais do bloco residual ao longo de uma dentre uma diagonal principal ou uma anti-diagonal do bloco residual.

11. Dispositivo de decodificação de vídeo (30) para decodificar dados de vídeo, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

uma memória configurada para armazenar dados de vídeo; e

um ou mais processadores configurados para:

decodificar pelo menos um bloco residual de dados de vídeo, utilizando modo de salto de transformada em um modo de codificação com perda utilizando um modo de salto de transformada, em que transformada não é aplicada para blocos residuais tendo um tamanho de bloco de até um tamanho de bloco máximo; e

decodificar pelo menos um bloco residual de dados de vídeo em um modo de codificação sem perda, em que, no modo de codificação sem perda, transformada e quantização não são aplicados ao bloco residual; e

para o pelo menos um bloco residual decodificado com o modo de codificação com perda utilizando o modo de salto de transformada no modo de codificação com perda, e para o pelo menos um bloco residual decodificado no modo de codificação sem perda, antes de reconstruir um bloco de vídeo a partir de dados residuais do bloco residual, determinar se reposiciona os dados residuais do bloco residual com base em um modo de previsão do bloco residual e com base em um tamanho do bloco residual,

em que reposicionar os dados residuais compreende um dentre girar ou lançar os dados residuais do bloco residual,

em que uma determinação é feita para reposicionar os dados residuais do bloco residual quando o modo de previsão do bloco residual for um intra-modo e o tamanho do bloco residual for menor do que ou igual a um tamanho limite que é menor do que ou igual ao tamanho de bloco máximo para o qual transformada não é aplicada no modo de codificação com perda, e

em que o tamanho de bloco máximo para o qual transformada não é aplicada no modo de codificação com perda é indicado em um dentre um conjunto de parâmetros de sequência, SPS, ou um conjunto de parâmetros de imagem, PPS, associado com os dados de vídeo.

12. Dispositivo de codificação de vídeo (20) para codificar dados de vídeo, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

uma memória configurada para armazenar dados de vídeo; e

um ou mais processadores configurados para:

codificar pelo menos um bloco residual de dados de vídeo, utilizando modo de salto de transformada em um modo de codificação com perda, em que, no modo de codificação com perda, transformada não é aplicada para blocos residuais tendo um tamanho de bloco de até um tamanho de bloco máximo; e

codificar pelo menos um bloco residual de dados de vídeo em um modo de codificação sem perda, em que, no modo de codificação sem perda, transformada e quantização não são aplicados ao bloco residual; e

para o pelo menos um bloco residual codificado utilizando o modo de salto de transformada no modo de codificação com perda, e para o pelo menos um bloco residual codificado no modo de codificação sem perda, antes de codificar dados residuais do bloco residual, determinar se reposiciona os dados residuais do bloco residual com base em um modo de previsão do bloco residual e com base em um tamanho do bloco residual,

em que reposicionar os dados residuais compreende um dentre girar ou lançar os dados residuais do bloco residual,

em que uma determinação é feita para reposicionar os dados residuais do bloco residual quando o modo de previsão do bloco residual for um intra-modo e o tamanho do

bloco residual for menor do que ou igual a um tamanho limite que é menor do que ou igual ao tamanho de bloco máximo para o qual transformada não é aplicada no modo de codificação com perda, e

em que o tamanho de bloco máximo para o qual transformada não é aplicada no modo de codificação com perda é indicado em um dentre um conjunto de parâmetros de sequência, SPS, ou um conjunto de parâmetros de imagem, PPS, associado com os dados de vídeo.

13. Memória **caracterizada** pelo fato de que compreende instruções armazenadas na mesma, as instruções sendo executadas por um computador para realizar o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10.

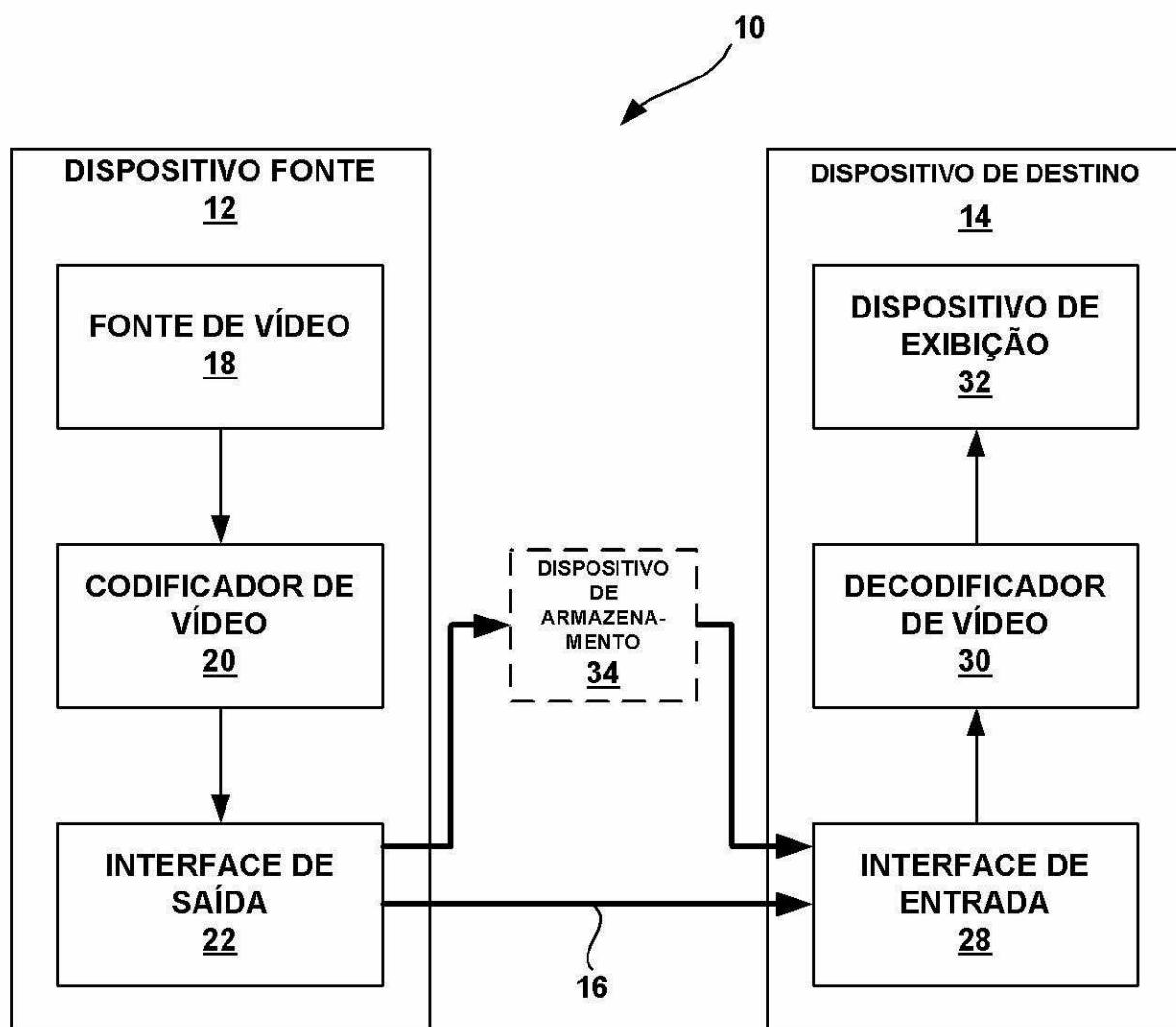


FIG. 1

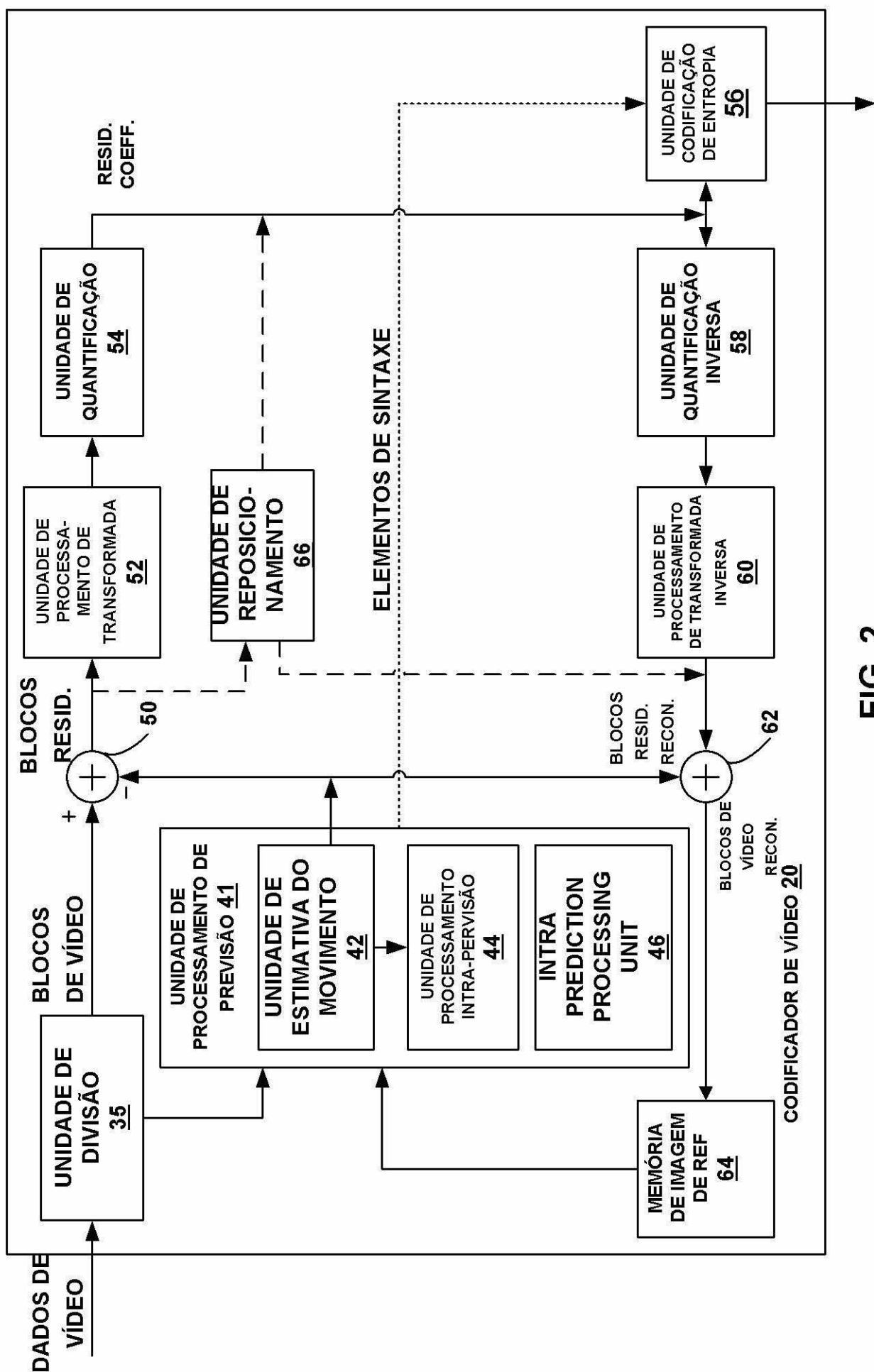
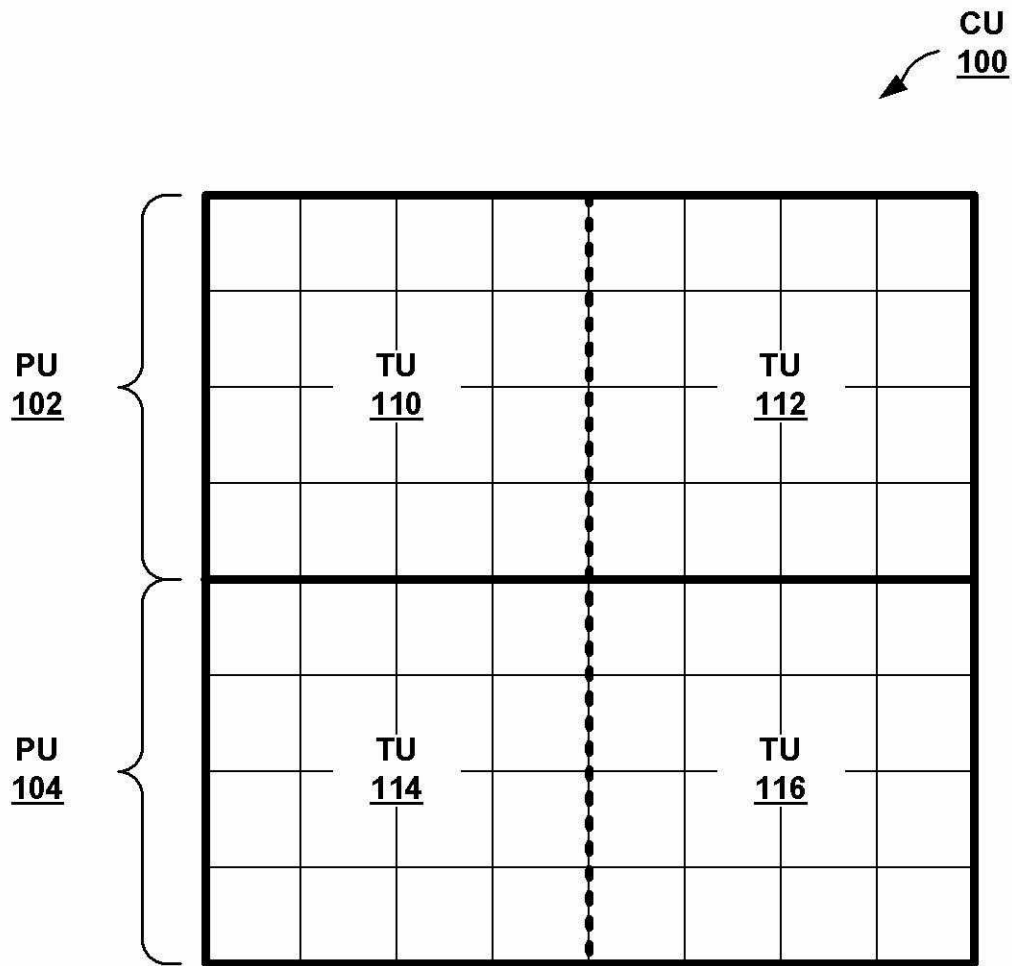


FIG. 2

**FIG. 4**

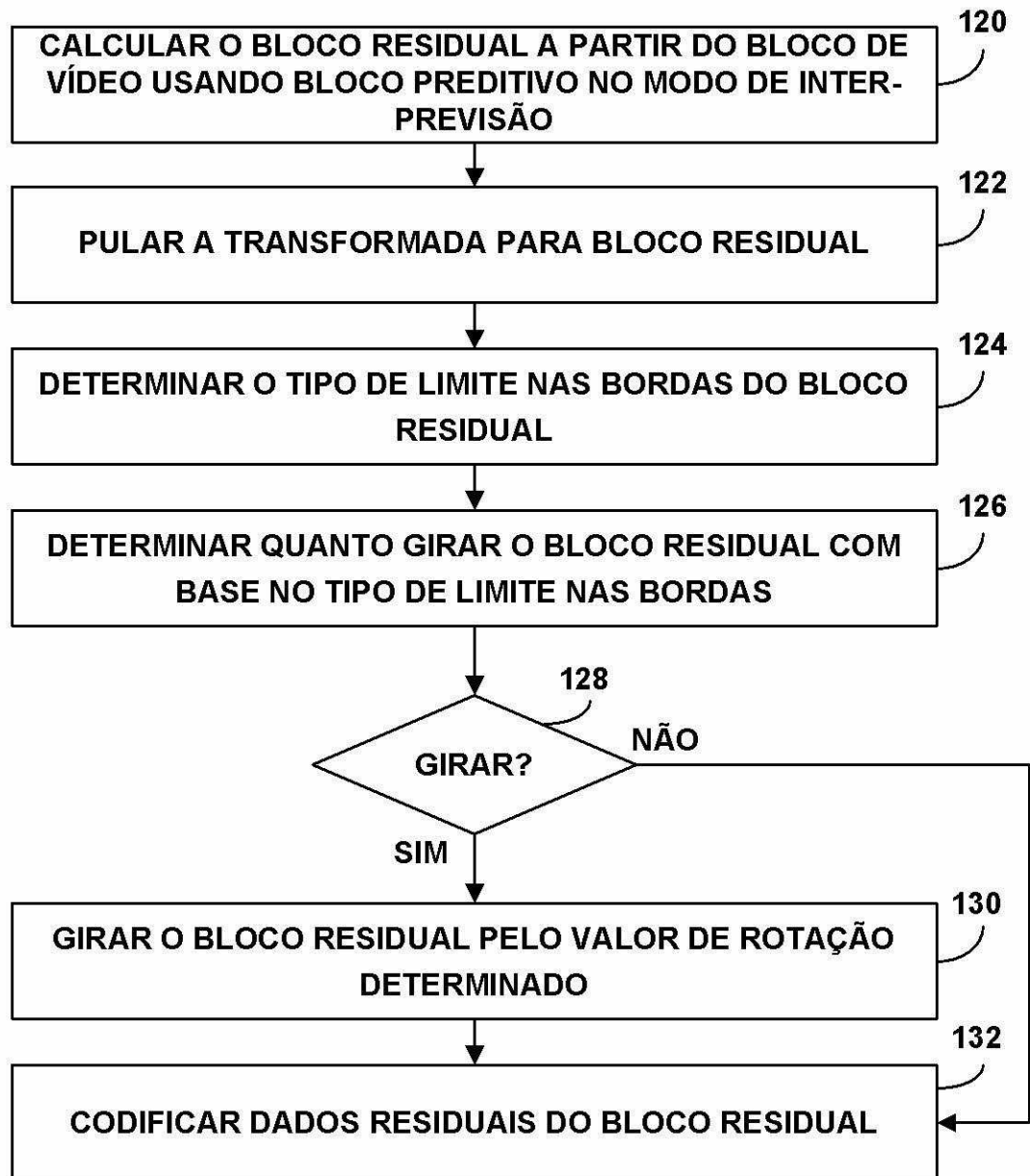


FIG. 5

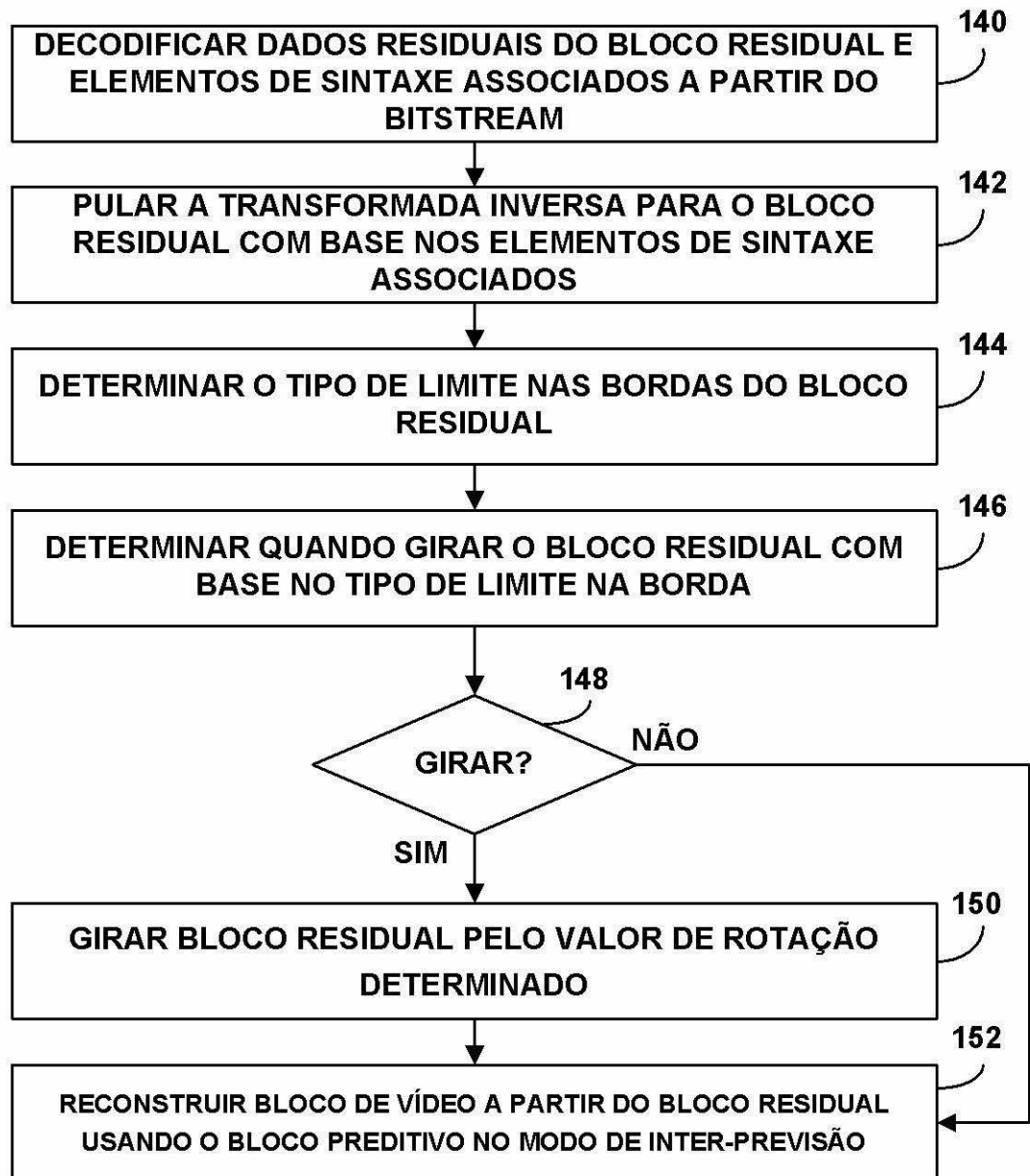


FIG. 6

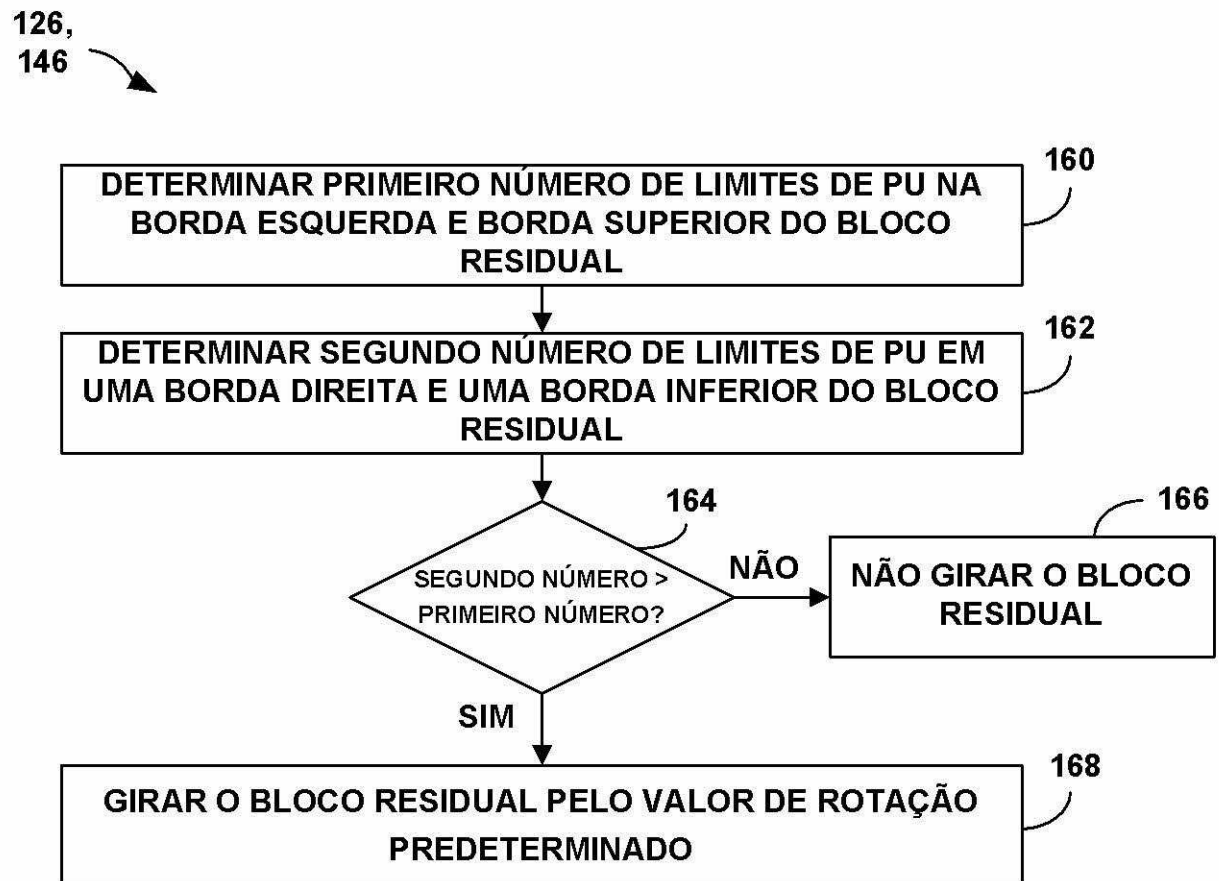


FIG. 7

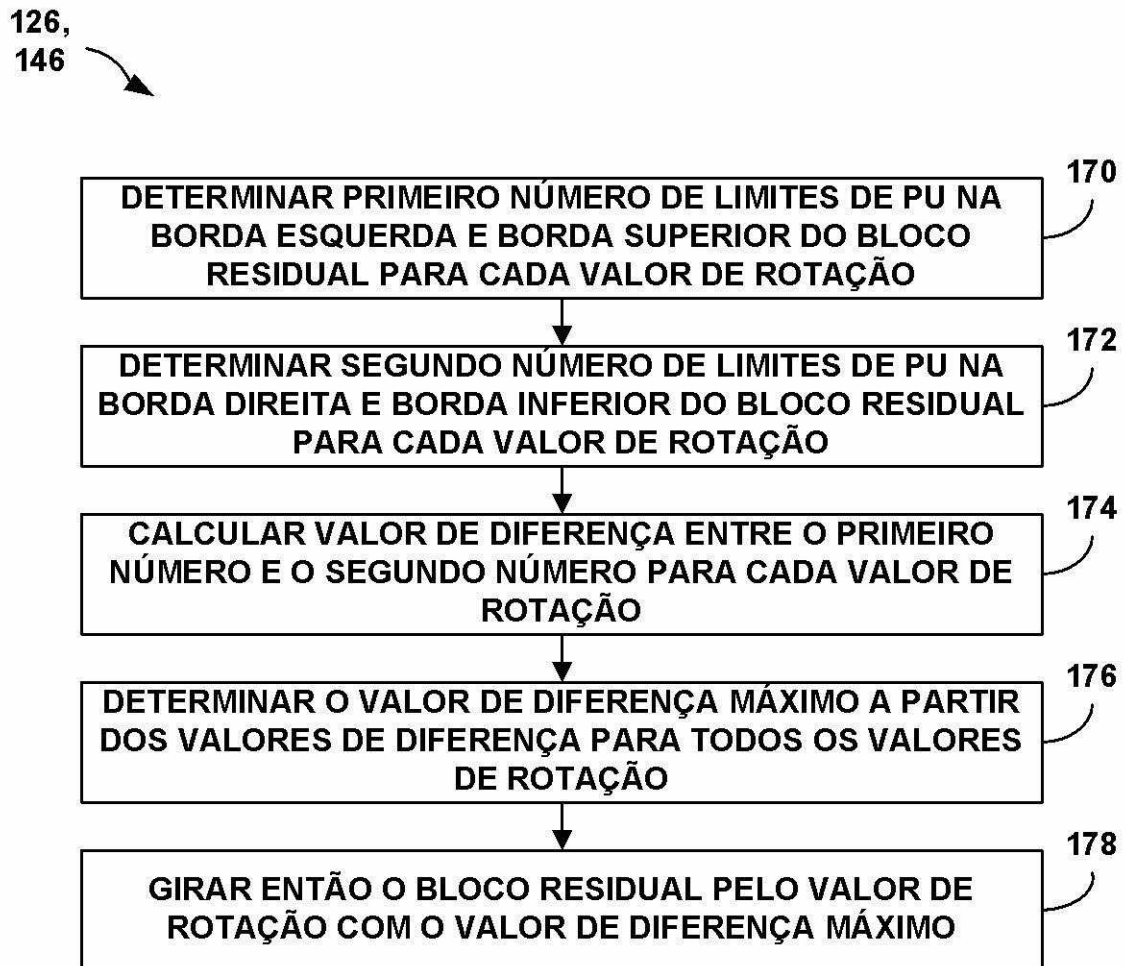


FIG. 8

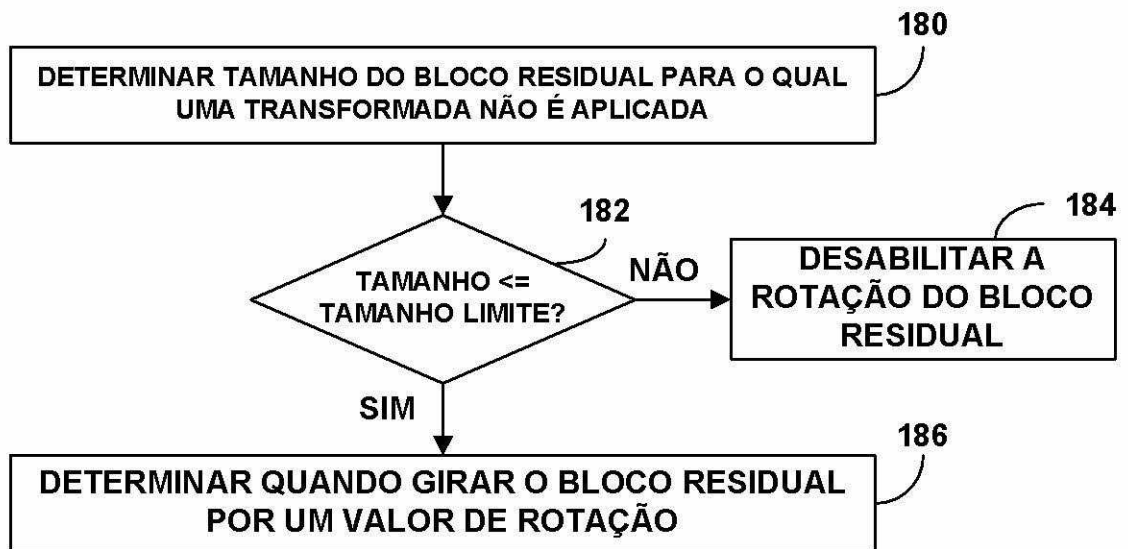


FIG. 9

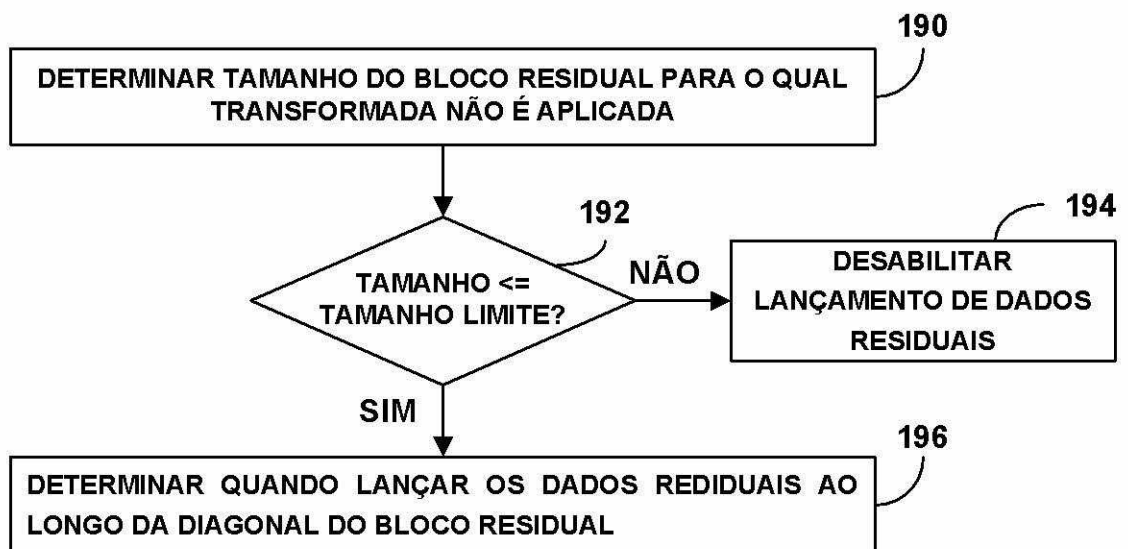


FIG. 10

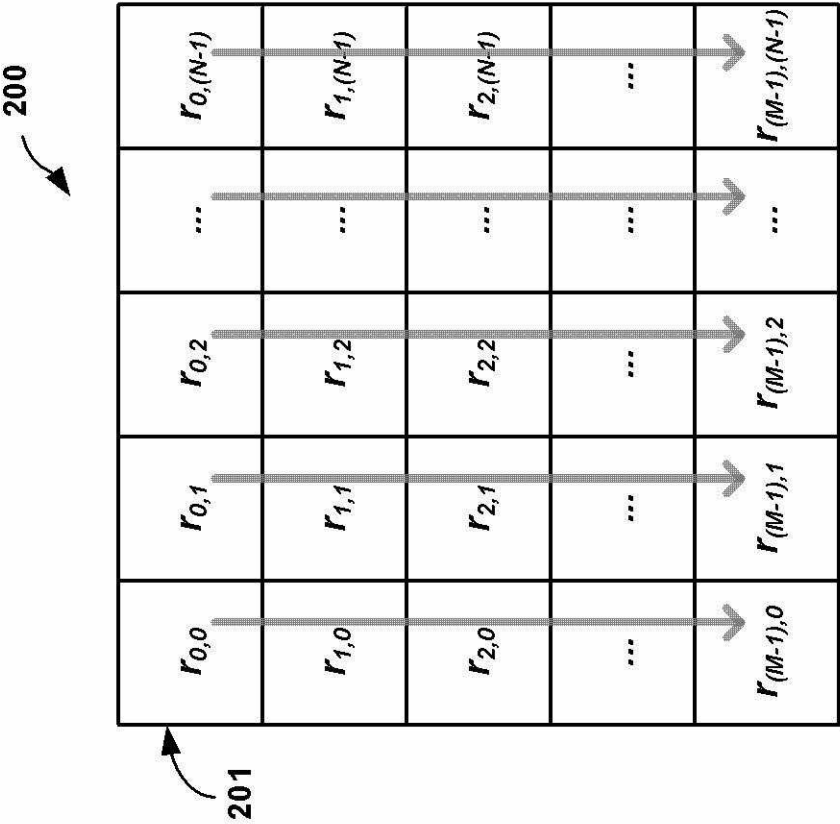
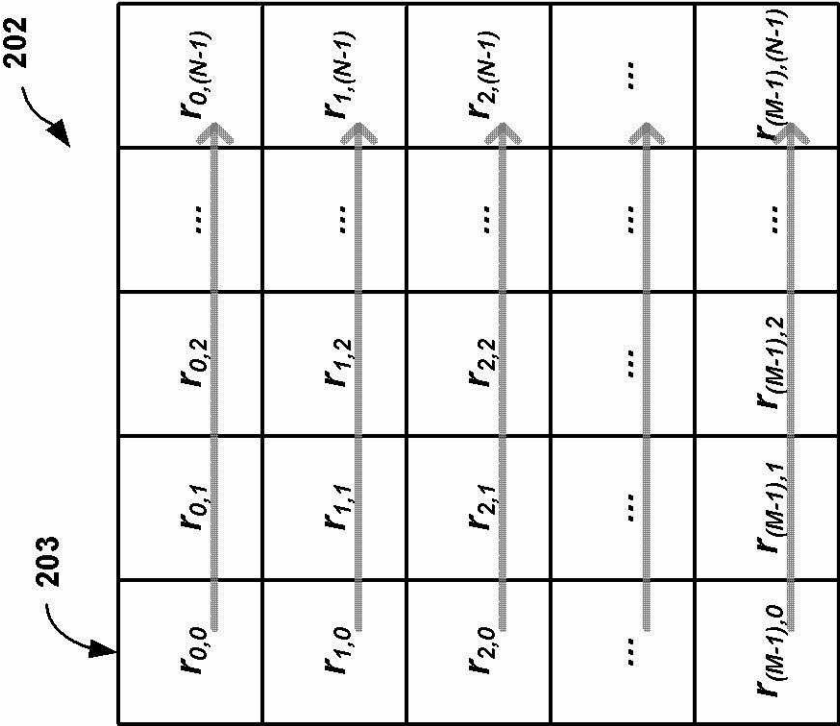
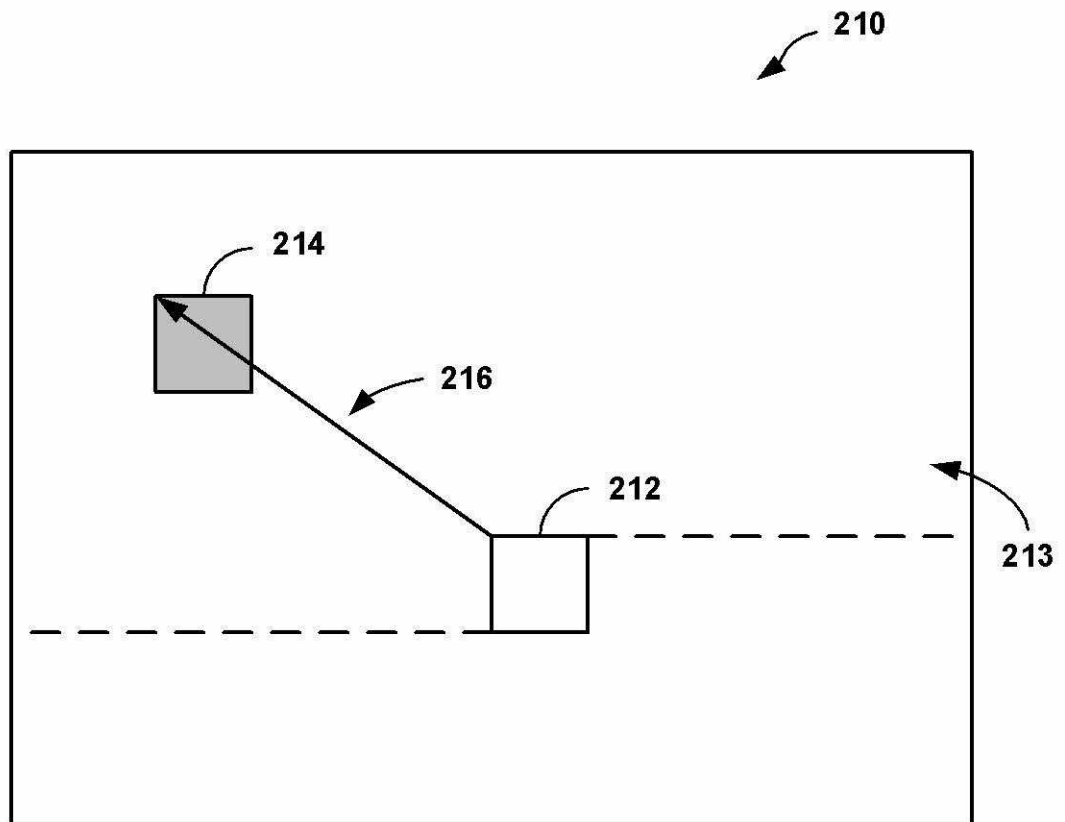


FIG. 11A

FIG. 11B

**FIG. 12**

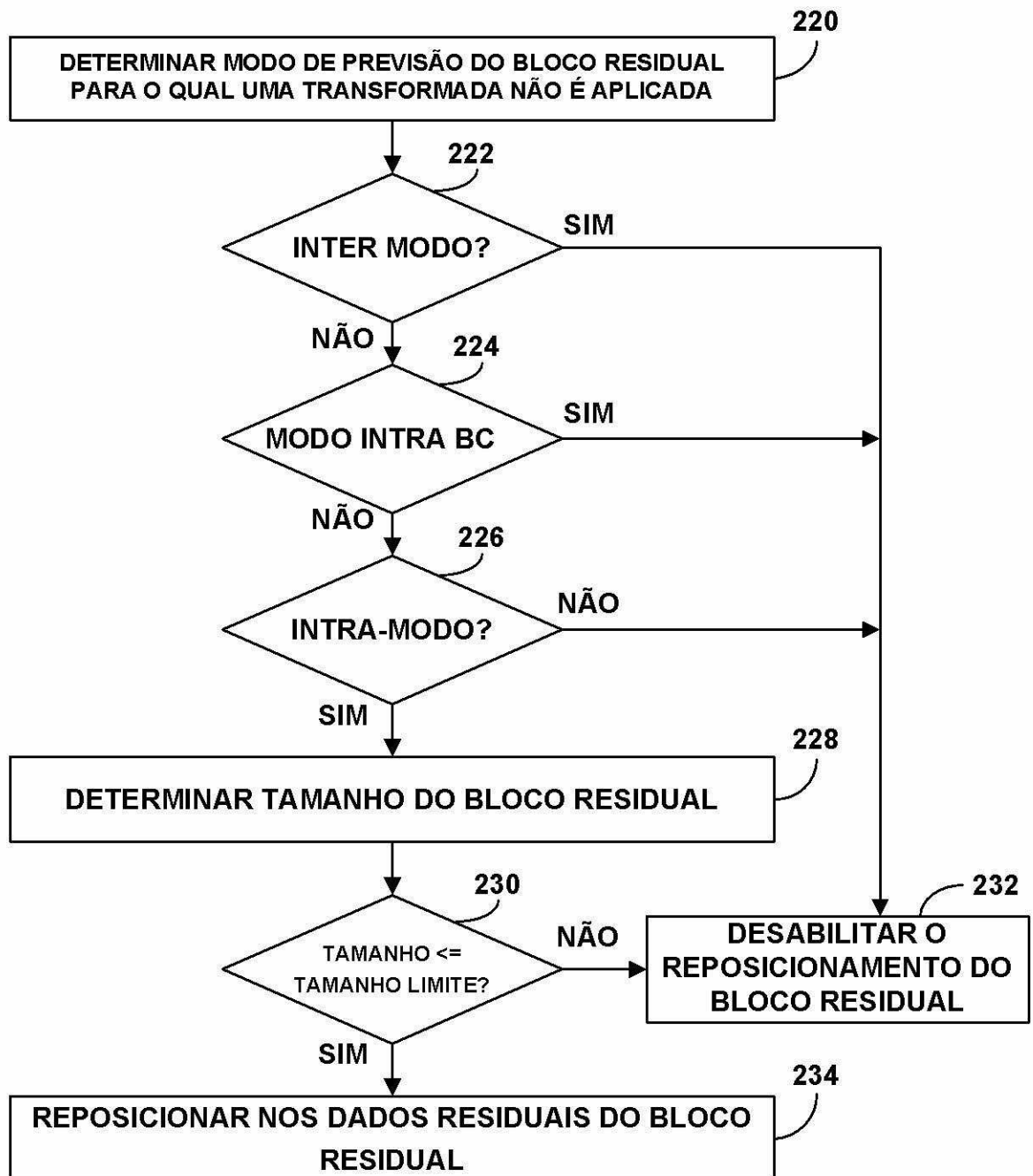


FIG. 13