



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

(21) BR 112020024456-2 A2



(22) Data do Depósito: 18/06/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 16/03/2021

(54) **Título:** MÉTODOS E DISPOSITIVOS DE CODIFICAÇÃO E DE DECODIFICAÇÃO DE UM FLUXO DE DADOS REPRESENTATIVO DE PELO MENOS UMA IMAGEM

(51) **Int. Cl.:** H04N 19/159; H04N 19/176; H04N 19/147; H04N 19/593; H04N 19/11; (...).

(30) **Prioridade Unionista:** 27/06/2018 FR 1855791.

(71) **Depositante(es):** ORANGE.

(72) **Inventor(es):** FÉLIX HENRY; MOHSEN ABDOLI.

(86) **Pedido PCT:** PCT FR2019051478 de 18/06/2019

(87) **Publicação PCT:** WO 2020/002795 de 02/01/2020

(85) **Data da Fase Nacional:** 30/11/2020

(57) **Resumo:** "MÉTODOS E DISPOSITIVOS DE CODIFICAÇÃO E DE DECODIFICAÇÃO DE UM FLUXO DE DADOS REPRESENTATIVO DE PELO MENOS UMA IMAGEM". A presente invenção refere-se a método de codificação e a método de decodificação de fluxo de dados codificados, representativo de pelo menos uma imagem recortada em blocos; a codificador e decodificador; estrutura de fluxo de dados; e produto de computador. Para pelo menos um bloco da imagem, dito bloco corrente uma informação que indica um modo de codificação do bloco corrente é decodificada (E42) a partir do fluxo de dados. Quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, o bloco corrente é decodificado (E43) utilizando para isso um primeiro passo de quantificação determinado (E430) para desquantificar, no domínio de transformada, um resíduo de predição associado ao bloco corrente. Quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, o bloco corrente é decodificado (E44) utilizando para isso um segundo passo de quantificação determinado (E441) para desquantificar, no domínio espacial, um resíduo de predição associado ao bloco corrente. De acordo com a invenção, o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação são determinados em função de (...).

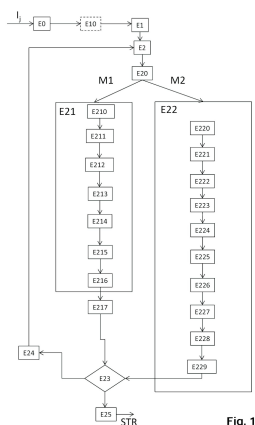


Fig. 1

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODOS E DISPOSITIVOS DE CODIFICAÇÃO E DE DECODIFICAÇÃO DE UM FLUXO DE DADOS REPRESENTATIVO DE PELO MENOS UMA IMAGEM"**.

1. Domínio da invenção

[0001] O domínio da invenção é aquele da codificação e da decodificação de imagens ou de sequências de imagens, e notadamente de fluxo de vídeo.

[0002] Mais precisamente, a invenção se refere à compressão de imagens ou de sequências de imagens que utiliza uma representação por blocos das imagens.

[0003] A invenção pode notadamente se aplicar para a codificação de imagem ou de vídeo executada nos codificadores atuais ou futuros (JPEG, MPEG, H.264, HEVC, etc. e seus aperfeiçoamentos), e para a decodificação correspondente.

2. Técnica Anterior

[0004] As imagens e sequências de imagens digitais ocupam muito espaço em termos de memória, o que necessita, quando essas imagens são transmitidas, comprimir as mesmas a fim de evitar os problemas de volume na rede utilizada para essa transmissão.

[0005] Já são conhecidas numerosas técnicas de compressão de dados de vídeo. Dentre essas últimas, o padrão de compressão HEVC ("High Efficiency Video Coding, Coding Tools and Specification", Matthias Wien, Signals and Communication Technology, 2015) propõe executar uma predição de pixels de uma imagem corrente em relação a outros pixels que pertencem à mesma imagem (predição intra) ou a uma imagem precedente ou seguinte (predição inter).

[0006] Mais precisamente, a predição intra explora as redundâncias espaciais dentro de uma imagem. Para fazer isso, as imagens são recortadas em blocos de pixels. Os blocos de pixels são então preditos

com o auxílio de informações já reconstruídas, que correspondem aos blocos precedentemente codificados/decodificados na imagem corrente de acordo com a ordem de percurso dos blocos na imagem.

[0007] Por outro lado, de maneira clássica, a codificação de um bloco corrente é realizada com o auxílio de uma predição do bloco corrente, dito bloco preditor, e de um resíduo de predição ou “bloco residual”, que corresponde a uma diferença entre o bloco corrente e o bloco preditor. O bloco residual obtido é nesse caso transformado, por exemplo utilizando para isso uma transformada de tipo DCT (transformada discreta de cosseno). Os coeficientes do bloco residual transformado são em seguida quantificados, e depois codificados por uma codificação entrópica e transmitidos para o decodificador, que pode reconstruir o bloco corrente acrescentando para isso esse bloco residual ao bloco preditor.

[0008] A decodificação é feita imagem por imagem, e para cada imagem, bloco por bloco. Para cada bloco, os elementos correspondentes do fluxo são lidos, a quantificação inversa e a transformação inversa dos coeficientes do bloco residual são efetuadas. E depois, a predição do bloco é calculada para obter o bloco preditor, e o bloco corrente é reconstruído acrescentando para isso a predição (i.e., o bloco preditor) ao bloco residual decodificado.

[0009] Em US9253508, uma técnica de codificação DPCM (para Differential Pulse Code Modulation em inglês) para codificar blocos em modo intra é inserida em um codificador HEVC. Uma tal técnica consiste em prever um conjunto de pixels de um bloco intra por um outro conjunto de pixels do mesmo bloco que foram precedentemente reconstruídos. Em US9253508, um conjunto de pixels do bloco intra a codificar corresponde a uma linha do bloco, ou uma coluna ou uma linha e uma coluna, e a predição intra utilizada para prever o conjunto de pixels é uma das predições intra direcionais definidas no padrão

HEVC.

[0010] Uma tal técnica no entanto não é ótima. De fato, a reconstrução de um conjunto de pixels do bloco intra corresponde ou ao acréscimo de um resíduo de predição no caso de uma codificação sem perdas, que oferece portanto uma taxa de compressão bastante pequena, ou ao acréscimo de um resíduo de predição depois de transformação inversa e/ou quantificação inversa do dito outro conjunto de pixels que serve de predição. Uma tal técnica não permite portanto predizer cada pixel do bloco intra com o auxílio de uma função local de predição e reconstruir o pixel predito antes de predizer um pixel seguinte. De fato, essa técnica necessita reconstruir um conjunto de pixels (linha/coluna do bloco por exemplo) para predizer um outro conjunto de pixels. Dito de outro modo, a cada predição e reconstrução de uma parte do bloco, vários pixels do bloco são preditos e reconstruídos.

[0011] Além disso, em US9253508, não é descrito como fazer coabitar modos de predição intra clássicos tais como definidos no padrão HEVC por exemplo e o modo de predição DPCM, nem como determinar um passo de quantificação para os blocos codificados por uma predição intra DPCM tal como descrita em US9253508, que seja adaptado a um mecanismo de otimização vazão/distorção que visa minimizar a função  $D + \lambda R$  na qual R representa a vazão para codificar a imagem, D a distorção associada e  $\lambda$  um Lagrangiano.

[0012] Existe portanto uma necessidade de um novo método de codificação e de decodificação para melhorar a compressão dos dados de imagem ou de vídeo.

### 3. Exposição da invenção

[0013] A invenção vem melhorar o estado da técnica. Ela se refere com essa finalidade a um método de decodificação de um fluxo de dados codificados representativo de pelo menos uma imagem recortada

em blocos, o método de decodificação compreende, para pelo menos um bloco da imagem, dito bloco corrente:

- a decodificação de uma informação que indica um modo de codificação do bloco corrente,

- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, a decodificação do bloco corrente compreendendo a determinação de um primeiro passo de quantificação para desquantificar, no domínio de transformada, um resíduo de predição associado ao bloco corrente,

- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, a decodificação do bloco corrente compreendendo a determinação de um segundo passo de quantificação para desquantificar, no domínio espacial, um resíduo de predição associado ao bloco corrente,

- o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação sendo determinados em função de um mesmo parâmetro de quantificação.

[0014] De acordo com a invenção, é assim possível definir um primeiro passo de quantificação para os resíduos de predição a quantificar/desquantificar no domínio de transformada e um segundo passo de quantificação para os resíduos de predição a quantificar/desquantificar no domínio espacial, os primeiro e segundo passos de quantificação sendo determinados por um mesmo parâmetro de quantificação. Assim, os primeiro e segundo passos de quantificação são ligados e podem ser utilizados conjuntamente.

[0015] Vantajosamente, de acordo com a invenção, os passos de quantificação utilizados nos diferentes modos de codificação disponíveis para um bloco corrente são coerentes, notadamente para o mecanismo de otimização vazão/distorção aplicado ao bloco corrente, mas também os passos de quantificação são coerentes entre blocos,

notadamente para o mecanismo de otimização vazão/distorção aplicado à imagem quando certos blocos são codificados de acordo com o primeiro modo de codificação e outros blocos são codificados de acordo com o segundo modo de codificação. De fato, se os passos de quantificação não são ligados entre si, um dos dois passos de quantificação pode se tornar muito grande em relação ao outro passo de quantificação. Os blocos codificados de acordo com o modo de codificação que utiliza o passo de quantificação muito grande seriam então bastante comprimidos, contrariamente aos outros blocos de acordo codificados de acordo com o outro modo de codificação que utiliza o passo de quantificação menor, o que resultaria em uma variabilidade espacial grande da qualidade visual na imagem, e portanto uma menor qualidade visual de toda a imagem.

[0016] De acordo com a invenção, o primeiro modo de codificação corresponde a uma codificação do bloco no domínio de transformada . Dito de outro modo, de acordo com esse primeiro modo de codificação, um resíduo de predição do bloco corrente calculado no domínio espacial, i.e. entre o bloco original e um bloco predito, é transformado, por exemplo por uma transformação DCT, para fornecer um bloco de coeficientes transformados. Esse bloco de coeficientes transformados é em seguida quantificado com o auxílio do primeiro passo de quantificação.

[0017] O segundo modo de codificação corresponde a uma codificação do bloco no domínio espacial. Dito de outro modo, de acordo com esse segundo modo de codificação, o resíduo de predição do bloco corrente calculado no domínio espacial é diretamente quantificado, sem ser submetido a transformações.

[0018] De acordo com um modo especial de realização da invenção, quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde ao segundo modo de codificação, a decodificação do bloco corrente com-

preende por outro lado para cada pixel do bloco corrente:

- a obtenção de uma predição do dito pixel a partir de um outro pixel precedentemente decodificado, o dito outro pixel precedentemente decodificado pertencendo ao dito bloco corrente ou a um bloco da imagem precedentemente decodificado,

- a decodificação de um resíduo de predição associado ao dito pixel,

- a desquantificação do dito resíduo de predição associado ao dito pixel com o auxílio do dito segundo passo de quantificação,

- a reconstrução do dito pixel por acréscimo da predição do dito pixel ao resíduo de predição desquantificado.

[0019] De acordo com esse modo especial de realização da invenção, de acordo com o segundo modo de codificação, a predição do bloco corrente é obtida por uma predição local de cada pixel do bloco corrente, com o auxílio de um pixel do bloco corrente previamente decodificado ou de um pixel de um bloco vizinho previamente decodificado. A predição dos pixels é assim melhorada.

[0020] A invenção também se refere a um método de codificação de um fluxo de dados codificados representativo de pelo menos uma imagem recortada em blocos, o método de codificação compreende, para pelo menos um bloco da imagem, dito bloco corrente:

- a codificação de uma informação que indica um modo de codificação do bloco corrente,

- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, a codificação do bloco corrente compreendendo a determinação de um primeiro passo de quantificação para quantificar um resíduo de predição associado ao bloco corrente no domínio de transformada ,

- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, a codificação do bloco cor-

rente compreendendo a determinação de um segundo passo de quantificação para quantificar um resíduo de predição associado ao bloco corrente no domínio espacial,

– o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação sendo determinados em função de um mesmo parâmetro de quantificação.

[0021] De acordo com um modo especial de realização da invenção, quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde ao segundo modo de codificação, a codificação do bloco corrente compreende, para cada pixel do bloco corrente:

– a obtenção de uma predição do dito pixel a partir de um outro pixel precedentemente decodificado, o dito outro pixel precedentemente decodificado pertencendo ao dito bloco corrente, ou a um bloco da imagem precedentemente decodificado,

– a obtenção de um resíduo de predição associado ao dito pixel a partir da predição do dito pixel,

– a quantificação do dito resíduo de predição associado ao dito pixel com o auxílio do dito segundo passo de quantificação,

– a codificação do dito resíduo de predição quantificado.

[0022] De acordo com a invenção, o bloco corrente pode ser codificado/decodificado por predição intra dita clássica (primeiro modo de codificação), por exemplo uma predição espacial de acordo com qualquer um dos modos de predição definidos no padrão HEVC, ou por uma nova predição intra (segundo modo de codificação) baseada na utilização de pixels do bloco corrente que foram precedentemente decodificados.

[0023] De acordo com essa nova predição intra, também chamada de ILR na sequência (para In-Loop Residual em inglês), cada pixel é predito, e depois um resíduo é calculado para o pixel predito e o resíduo é quantificado. O resíduo quantificado é em seguida desquantifi-

cado, e depois acrescentado à predição do pixel para reconstruir o valor do pixel e obter seu valor decodificado. Um tal valor decodificado do pixel pode em seguida ser utilizado para prever outros pixels do bloco corrente.

[0024] Vantajosamente, um tal método de predição intra permite prever pixels do bloco corrente com o auxílio de pixels que estão mais próximos espacialmente do que os pixels de referência utilizado na predição intra dita clássica. A predição é assim melhorada.

[0025] De acordo com um outro modo especial de realização do método de decodificação ou do método de codificação citados acima, o segundo passo de quantificação é determinado em função do primeiro passo de quantificação.

[0026] De acordo com esse modo especial de realização da invenção, o parâmetro de quantificação corresponde nesse caso ao primeiro passo de quantificação, e os dois passos de quantificação dependem um do outro.

[0027] Em variante desse modo especial de realização, o segundo passo de quantificação é determinado por  $a * \delta_1 + b$  ou  $c * \delta_1^2 + d * \delta_1 + e$ , com  $\delta_1$  que corresponde ao primeiro passo de quantificação, e a, b, c, d, e sendo parâmetros predeterminados.

[0028] De acordo com um outro modo especial de realização do método de decodificação ou do método de codificação citados acima, o primeiro passo de quantificação é obtido a partir de uma tabela de passos de quantificação predeterminada para valores do parâmetro de quantificação.

[0029] De acordo com um outro modo especial de realização do método de decodificação ou do método de codificação citados acima, o parâmetro de quantificação corresponde a um Lagrangiano  $\lambda$  utilizado para otimizar uma função  $D + \lambda * R$  na qual R corresponde à vazão do fluxo de dados e D corresponde à distorção associada da imagem

decodificada.

[0030] De acordo com um outro modo especial de realização do método de decodificação ou do método de codificação citados acima, o parâmetro de quantificação é codificado no fluxo de dados ou decodificado do fluxo de dados.

[0031] De acordo com um outro modo especial de realização, a decodificação do bloco corrente de acordo com o segundo modo de codificação compreende por outro lado:

- a decodificação de um outro resíduo de predição associado ao dito bloco corrente,

- a desquantificação do dito outro resíduo de predição associado ao dito bloco corrente com o auxílio do dito primeiro passo de quantificação,

- a reconstrução do dito bloco corrente a partir dos pixels reconstruídos do bloco corrente e do dito outro resíduo de predição desquantificado.

[0032] De acordo com esse modo especial de realização da invenção, quando o bloco corrente é codificado de acordo com o segundo modo de codificação, um segundo resíduo de predição é codificado/descodificado para o bloco corrente a partir da predição obtida por ocasião da codificação do primeiro resíduo de predição pixel por pixel. As características adicionais desse modo especial de realização correspondem às etapas de decodificação do bloco codificado similar para os dois modos de codificação, notadamente ao nível do codificador/descodificador entrópico, permitindo assim melhorar ainda mais os desempenhos em compressão.

[0033] A invenção também se refere a um fluxo ou um sinal de dados codificados representativo de pelo menos uma imagem, a dita imagem sendo recortada em blocos, o fluxo de dados codificados compreende, para pelo menos um bloco da imagem, dito bloco corren-

te:

– uma informação que indica um modo de codificação do bloco corrente,

– quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, um resíduo de predição associado ao bloco corrente, que compreende coeficientes transformados e quantificados com o auxílio de um primeiro passo de quantificação,

– quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, um resíduo de predição associado ao bloco corrente, que compreende valores de resíduo de predição quantificados no domínio espacial com o auxílio de um segundo passo de quantificação,

– o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação sendo determinados em função de um mesmo parâmetro de quantificação.

[0034] De acordo com um modo especial de realização da invenção, o fluxo de dados codificados compreende por outro lado o dito parâmetro de quantificação.

[0035] A invenção se refere também a um dispositivo de decodificação configurado para executar o método de decodificação de acordo com qualquer um dos modos especiais de realização definidos acima. Esse dispositivo de decodificação poderá naturalmente compreender as diferentes características relativas ao método de decodificação de acordo com a invenção. Assim, as características e vantagens desse dispositivo de decodificação são as mesmas que aquelas do método de codificação, e não são detalhadas mais amplamente.

[0036] O dispositivo de decodificação compreende notadamente um processador configurado para, para pelo menos um bloco da imagem, dito bloco corrente:

- decodificar uma informação que indica um modo de codificação do bloco corrente,

- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, decodificar o bloco corrente via a determinação de um primeiro passo de quantificação para desquantificar, no domínio de transformada , um resíduo de predição associado ao bloco corrente,

- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, decodificar o bloco corrente via a determinação de um segundo passo de quantificação para desquantificar, no domínio espacial, um resíduo de predição associado ao bloco corrente,

- o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação sendo determinados em função de um mesmo parâmetro de quantificação.

[0037] De acordo com um modo especial de realização da invenção, um tal dispositivo de decodificação é compreendido em um terminal.

[0038] A invenção também se refere a um dispositivo de codificação configurado para executar o método de codificação de acordo com qualquer um dos modos especiais de realização definidos acima. Esse dispositivo de codificação poderá naturalmente compreender as diferentes características relativas ao método de codificação de acordo com a invenção. Assim, as características e vantagens desse dispositivo de codificação são as mesmas que aquelas do método de codificação, e não são detalhadas mais amplamente.

[0039] O dispositivo de codificação compreende notadamente um processador configurado para, para pelo menos um bloco da imagem, dito bloco corrente:

- codificar uma informação que indica um modo de codifi-

cação do bloco corrente,

– quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, codificar o bloco corrente via a determinação de um primeiro passo de quantificação para quantificar um resíduo de predição associado ao bloco corrente no domínio de transformada ,

– quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, codificar o bloco corrente via a determinação de um segundo passo de quantificação para quantificar um resíduo de predição associado ao bloco corrente no domínio espacial,

– o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação sendo determinados em função de um mesmo parâmetro de quantificação.

[0040] De acordo com um modo especial de realização da invenção, um tal dispositivo de codificação é compreendido em um terminal, ou um servidor.

[0041] O método de decodificação, respectivamente o método de codificação, de acordo com a invenção pode ser executado de diversas maneiras, notadamente sob a forma por cabo ou sob a forma por software. De acordo com um modo especial de realização da invenção, o método de decodificação, respectivamente o método de codificação, é executado por um programa de computador. A invenção também se refere a um programa de computador que compreende instruções para a execução do método de decodificação ou do método de codificação de acordo com qualquer um dos modos especiais de realização descritos precedentemente, quando o dito programa é executado por um processador. Um tal programa pode utilizar qualquer linguagem de programação. Ele pode ser baixado a partir de uma rede de comunicação e;/ou gravado sobre um suporte legível por computa-

dor.

[0042] Esse programa pode utilizar qualquer linguagem de programação, e estar sob a forma de código fonte, código objeto, ou de código intermediário entre código fonte e código objeto, tal como em uma forma parcialmente compilada, ou em qualquer outra forma desejável.

[0043] A invenção visa também um suporte de gravação ou suporte de informações legível por um computador, e que compreende instruções de um programa de computador tal como mencionado acima. Os suportes de gravação mencionados acima podem ser qualquer entidade ou dispositivo capaz de estocar o programa. Por exemplo, o suporte pode compreender um meio de estocagem tal como uma memória. Por outro lado, os suportes de gravação podem corresponder a um suporte transmissível tal como um sinal elétrico ou ótico, que pode ser encaminhado via um cabo elétrico ou ótico, por rádio ou por outros meios. O programa de acordo com a invenção pode em especial ser baixado em uma rede de tipo Internet.

[0044] Alternativamente, os suportes de gravação podem corresponder a um circuito integrado no qual o programa é incorporado, o circuito sendo adaptado para executar ou para ser utilizado na execução do método em questão.

#### 4. Lista das figuras

[0045] Outras características e vantagens da invenção aparecerão mais claramente com a leitura da descrição seguinte de um modo de realização especial, dado a título de simples exemplo ilustrativo e não limitativo, e dos desenhos anexos, dentre os quais:

- a figura 1 apresenta etapas do método de codificação de acordo com um modo especial de realização da invenção,
- a figura 2 ilustra um exemplo de posição dos blocos vizinhos de um bloco corrente para determinar um modo de predição intra

de acordo com um modo especial de realização da invenção,

– a figura 3 ilustra um exemplo de posição dos pixels de referência utilizados para prever pixels de um bloco corrente de acordo com um modo especial de realização da invenção,

– a figura 4 apresenta etapas do método de decodificação de acordo com um modo especial de realização da invenção,

– a figura 5 ilustra um exemplo de sinal que compreende dados codificados representativos de pelo menos um bloco e uma imagem de acordo com um modo especial de realização da invenção,

– a figura 6 apresenta a estrutura simplificada de um dispositivo de codificação adaptado para executar o método de codificação de acordo com qualquer um dos modos especiais de realização da invenção,

– a figura 7 apresenta a estrutura simplificada de um dispositivo de decodificação adaptado para executar o método de decodificação de acordo com qualquer um dos modos especiais de realização da invenção.

## 5. Descrição de um modo de realização da invenção

### 5.1 Princípio geral

[0046] O princípio geral da invenção é determinar um primeiro passo de quantificação utilizado para quantificar coeficientes transformados de um resíduo de predição e um segundo passo de quantificação utilizado para quantificar diretamente os valores de um resíduo de predição no domínio espacial (i.e. sem transformação), de maneira conjunta. Para isso, os primeiro e segundo passos de quantificação dependem de um mesmo parâmetro de quantificação.

[0047] De acordo com diferentes modos especiais de realização da invenção, o parâmetro de quantificação pode corresponder a um ou a outro dos primeiro ou segundo passos de quantificação, ou então a um parâmetro de quantificação determinado pelo codificador ou pelo

usuário, ou ainda a um Lagrangiano utilizado por ocasião da otimização vazão/distorção no codificador.

[0048] O parâmetro de quantificação pode também ser codificado no fluxo de dados e transmitido ao decodificador.

[0049] Quando o parâmetro de quantificação corresponde ao primeiro passo de quantificação, o segundo passo de quantificação pode ser determinado de acordo com uma função linear ou polinomial do primeiro passo de quantificação, ou ainda uma função mais geral.

[0050] A invenção permite assim melhorar os desempenhos em compressão quando modos de codificação diferentes que realizam respectivamente uma codificação de um resíduo de predição com e sem transformação são explorados dentro de um mesmo sistema de codificação/decodificação de imagens ou de sequência de imagens.

## 5.2 Exemplos de execução

[0051] A figura 1 apresenta etapas do método de codificação de acordo com um modo especial de realização da invenção. Por exemplo codifica-se uma sequência de imagens  $I_1, I_2, \dots, I_{N_b}$  sob a forma de um fluxo de dados codificados STR de acordo com um modo especial de realização da invenção. Por exemplo, um tal método de codificação é executado por um dispositivo de codificação tal como descrito mais adiante em relação com a figura 6.

[0052] Uma sequência de imagens  $I_1, I_2, \dots, I_{N_b}$ ,  $N_b$  sendo o número de imagens da sequência a codificar, é fornecida na entrada do método de codificação. O método de codificação fornece na saída um fluxo de dados codificados STR representativo da sequência de imagens fornecida na entrada.

[0053] De maneira conhecida, a codificação da sequência de imagens  $I_1, I_2, \dots, I_{N_b}$  é feita imagem por imagem de acordo com uma ordem e codificação previamente estabelecida e conhecida pelo codificador. Por exemplo, as imagens podem ser codificadas na ordem temporal  $I_1,$

$I_2, \dots, I_{N_b}$  ou de acordo com uma outra ordem, por exemplo  $I_1, I_3, I_2, \dots, I_{N_b}$ .

[0054] Por ocasião de uma etapa E0, uma imagem  $I_j$  a codificar da sequência de imagens  $I_1, I_2, \dots, I_{N_b}$  é recortada em blocos, por exemplo em blocos de tamanho  $32 \times 32$ , ou  $64 \times 64$  pixels ou mais. Um tal bloco pode ser subdividido em sub-blocos quadrados ou retangulares, por exemplo de tamanho  $16 \times 16$ ,  $8 \times 8$ ,  $4 \times 4$ ,  $16 \times 8$ ,  $8 \times 16$ , ....

[0055] Por ocasião de uma etapa opcional E10, de acordo com um modo especial de realização da invenção, um parâmetro de quantificação QP e codificado no fluxo de dados STR, ao nível dos dados codificados para a imagem  $I_j$  ou então ao nível dos dados codificados para a sequência de imagens.

[0056] E depois, por ocasião de uma etapa E1, um primeiro bloco ou sub-bloco  $X_b$  a codificar da imagem  $I_j$  é selecionado de acordo com um sentido de percurso da imagem  $I_j$  predeterminado. Por exemplo, pode se tratar do primeiro bloco na ordem lexicográfica de percurso da imagem.

[0057] Por ocasião de uma etapa E2, o codificador vai escolher o modo de codificação para codificar o bloco corrente  $X_b$ .

[0058] De acordo com o modo especial de realização descrito aqui, o codificador seleciona o modo de codificação para codificar o bloco corrente  $X_b$  entre um primeiro modo de codificação M1 e um segundo modo de codificação M2. Modos de codificação suplementares (não descritos aqui) podem ser utilizados. De acordo com o modo especial de realização descrito aqui, o primeiro modo de codificação M1 corresponde à codificação do bloco corrente por predição intra clássica, por exemplo tal como definido de acordo com o padrão HEVC e o segundo modo de codificação M2 corresponde à codificação por predição In Loop Residual (ILR).

[0059] O princípio da invenção pode ser estendido a outros tipos

de modos de codificação, seja para o primeiro modo de codificação M1 ou o segundo modo de codificação M2. Por exemplo, o primeiro modo de codificação pode corresponder a qualquer tipo de modos de codificação que utiliza uma transformação do resíduo de predição antes de quantificar os coeficientes provenientes da transformação (codificação por predição inter imagens, codificação por predição espacial com template matching, etc...). O segundo modo de codificação pode corresponder a qualquer tipo de modos de codificação que utiliza uma quantificação dos valores do resíduo de predição no domínio espacial, i.e., sem operar transformação, por exemplo DCT, do resíduo de predição.

[0060] Por ocasião da etapa E2, o codificador pode realizar uma otimização vazão/distorção para determinar o melhor modo de codificação para codificar o bloco corrente. No decorrer dessa otimização vazão/distorção, modos de codificação suplementares distintos do primeiro e do segundo modos de codificação podem ser testados, por exemplo um modo de codificação em modo inter. No decorrer dessa otimização vazão/distorção, o codificador simula a codificação do bloco corrente  $X_b$  de acordo com os diferentes modos de codificação disponíveis a fim de determinar a vazão e a distorção associadas a cada modo de codificação e seleciona o modo de codificação que oferece o melhor compromisso vazão/distorção, por exemplo de acordo com a função  $D + \lambda R$ , na qual R representa a vazão necessária para codificar o bloco corrente de acordo com o modo de codificação avaliado, D a distorção medida entre o bloco decodificado e o bloco corrente original e  $\lambda$  um multiplicador Lagrangiano, por exemplo inserido pelo usuário ou definido no codificador.

[0061] Por ocasião de uma etapa E20, uma informação que indica o modo de codificação selecionado para o bloco corrente é codificada no fluxo de dados STR.

[0062] Se o bloco corrente  $X_b$  é codificado de acordo com o primeiro modo de codificação M1, o método passa para a etapa E21 de codificação do bloco de acordo com M1. Se o bloco corrente  $X_b$  é codificado de acordo com o segundo modo de codificação M2, o método passa para a etapa E22 de codificação do bloco de acordo com M2.

[0063] É descrita abaixo a etapa E21 de codificação do bloco de acordo com o primeiro modo de codificação M1, de acordo com um modo especial de realização da invenção. De acordo com o modo especial descrito aqui, o primeiro modo de codificação corresponde a uma predição intra clássica, tal como aquela definida no padrão HEVC.

[0064] Por ocasião de uma etapa E210, um passo de quantificação  $\delta_1$  é determinado. Por exemplo, o passo de quantificação  $\delta_1$  pode ser fixado pelo usuário, ou então calculado com o auxílio de um parâmetro de quantificação que fixa um compromisso entre compressão e qualidade e inserido pelo usuário ou definido pelo codificador. Assim, um tal parâmetro de quantificação pode ser o parâmetro  $\lambda$ , utilizado na função de custo vazão-distorção  $D + \lambda R$  na qual D representa a distorção introduzida pela codificação e R a vazão utilizada para codificar. Essa função serve para fazer escolhas de codificação, classicamente é procurado o modo de codificar a imagem que minimize essa função.

[0065] Em variante, o parâmetro de quantificação pode ser o QP, que corresponde ao parâmetro de quantificação utilizado classicamente nas normas AVC ou HEVC. Assim, na norma HEVC, o passo de quantificação  $\delta_1$  é determinado pela equação  $\delta_1 = \text{levelScale}[\text{QP}\%6] \ll (\text{QP}/6)$  onde  $\text{levelScale} [k] = \{40, 45, 51, 57, 64, 72\}$  para  $k = 0..5$ . Por ocasião de uma etapa E211, uma predição do bloco corrente é determinada com o auxílio de um modo de predição intra clássica. De acordo com essa predição intra clássica, cada pixel predito é calculado unicamente a partir dos pixels decodificados provenientes dos blocos

vizinhos (pixels de referência situados acima do bloco corrente, e à esquerda do bloco corrente. A modo pelo qual os pixels são preditos a partir dos pixels de referência depende de um modo de predição que é transmitido ao decodificador, e que é escolhido pelo decodificador dentre um conjunto predeterminado de modos conhecidos pelo codificador e pelo decodificador.

[0066] Assim, no HEVC há 35 modos de predição possíveis: 33 modos que interpolam os pixels de referência em 33 direções angulares diferentes, e 2 outros modos: o modo DC no qual cada pixel do bloco predito é produzido a partir da média dos pixels de referência, e o modo PLANAR, que efetua uma interpolação plana e não direcional. Essa abordagem dita “predição intra clássica” é bem conhecida e também utilizada no padrão ITU-T H.264 (no qual só há 9 modos diferentes) assim como no software experimental JEM disponível no endereço internet (<https://jvet.hhi.fraunhofer.de/>), onde há 67 modos de predição diferentes. Em todos os casos, a predição intra clássica respeita os dois aspectos citados acima (predição dos pixels a partir dos blocos vizinhos e transmissão para o decodificador de um modo de predição ótimo).

[0067] No decorrer da etapa E211, o codificador escolhe portanto um dos modos de predição disponíveis dentre a lista predeterminada de modos de predição. Um modo de escolher consiste por exemplo em avaliar todos os modos de predição e em conservar o modo de predição que minimiza uma função de custo tal como, classicamente, o custo vazão-distorção.

[0068] Por ocasião de uma etapa E212, o modo de predição escolhido para o bloco corrente é codificado a partir dos blocos vizinhos do bloco corrente. A figura 2 ilustra um exemplo de posição dos blocos vizinhos  $A_b$  e  $B_b$  do bloco corrente  $X_b$  para codificar o modo de predição do bloco corrente  $X_b$ .

[0069] No decorrer da etapa E212, o modo de predição intra escolhido para o bloco corrente é codificado utilizando para isso os modos de predição intra associados aos blocos vizinhos.

[0070] De acordo com uma variante do modo especial de realização da invenção descrito aqui, o modo de predição intra associado a um bloco é:

- o modo de predição intra que foi utilizado para prever o bloco, se o bloco foi codificado por um modo de codificação por predição intra clássica,

- o modo de predição intra que foi associado ao bloco, se o bloco foi codificado por um modo de codificação distinto de uma predição intra clássica. Um exemplo de uma tal associação é descrito mais adiante em referência à etapa E229.

[0071] Assim, a abordagem descrita na norma HEVC para codificar o modo de predição do bloco corrente pode ser utilizada. No exemplo da figura 2, uma tal abordagem consiste em identificar o modo de predição intra  $m_A$  associado ao bloco  $A_b$  situado acima do bloco corrente, e o modo de predição intra  $m_B$  associado ao bloco  $B_b$  situado justo à esquerda do bloco corrente. Em função do valor de  $m_A$  e de  $m_B$  uma lista dita MPM (para Most Probable Mode), que contém 3 modos de predição intra, e uma lista dita não-MPM, que contém os 32 outros modos de predição, são criadas.

[0072] De acordo com a variante de realização do modo especial descrito aqui, o mecanismo de criação da lista MPM especificado de acordo com a norma HEVC é adaptado a fim de levar em consideração a associação de um modo de predição intra a um bloco por ocasião de sua codificação, quando esse bloco não é codificado de acordo com o modo de codificação intra clássica (etapa E229 descrita mais adiante). De acordo com essa variante, um bloco vizinho do bloco corrente tem sempre um modo de predição intra que é associado a ele,

que esse bloco tenha sido codificado de acordo com um modo de codificação intra ou de acordo com um outro modo de codificação (ILR, inter, etc...).

[0073] O resto do mecanismo de criação da lista MPM permanece similar a aquele especificado de acordo com a norma HEVC. Se  $m_A$  e  $m_B$  são ambos iguais a um mesmo modo de predição intra e que esse modo de predição intra é o modo de predição DC ou PLANAR, a lista MPM compreende os modos de predição seguintes:  $MPM[0] = PLANAR$ ,  $MPM[1] = DC$ ,  $MPM[2] = A(26)$  que corresponde ao modo de predição angular ao índice 26 da tabela dos modos de predição intra HEVC.

[0074] Se  $m_A = m_B$  são ambos iguais a um mesmo modo de predição angular  $m(n)$ , a lista MPM compreende os modos de predição seguintes  $MPM[0] = m(n)$ ,  $MPM[1] = m(2+(n+29)\text{mod}32)$ ,  $MPM[2] = m(2+(n-1)\text{mod}32)$ .

[0075] Se  $m_A$  e  $m_B$  são diferentes, a lista MPM compreende os modos de predição seguintes:

[0076]  $MPM[0] = m_B$ ,  $MPM[1] = m_A$ ,  $MPM[2] = M_{last}$ , onde  $M_{last}$  é definido por:

- se  $m_B$  não é igual ao modo PLANAR e  $m_A$  não é igual ao modo PLANAR, então  $M_{last}$  é igual ao modo PLANAR,

- se não, se  $m_B$  não é igual ao modo DC e  $m_A$  não é igual ao modo DC, então  $M_{last}$  é igual ao modo DC,

- se não  $M_{last}$  é igual ao modo angular A(26).

[0077] A lista não-MPM compreende todos os outros modos de predição intra não compreendidos na lista MPM.

[0078] De acordo com uma outra variante de realização do modo especial descrito aqui, de acordo com o mecanismo de criação da lista MPM especificado de acordo com a norma HEVC, se um dos blocos vizinhos  $A_b$  ou  $B_b$  não é codificado de acordo com um modo de predi-

ção intra, o modo de predição DC lhe é atribuído por predefinição. O resto do mecanismo de criação da lista MPM permanece similar a aquele especificado de acordo com a norma HEVC e descrito acima.

[0079] De acordo com a norma HEVC, a fim de codificar o modo de predição intra do bloco corrente, elementos de sintaxe são transmitidos:

- um indicador binário que indica se o modo de predição a codificar para o bloco corrente está na lista MPM ou não,

- se o modo de predição do bloco corrente pertence à lista MPM, um índice na lista MPM que corresponde ao modo de predição do bloco corrente é codificado,

- se o modo de predição do bloco corrente não pertence à lista MPM, um índice na lista não-MPM que corresponde ao modo de predição do bloco corrente é codificado.

[0080] Por ocasião de uma etapa E213, o resíduo de predição R para o bloco corrente é construído.

[0081] No decorrer da etapa E213, de maneira clássica, um bloco predito P é construído em função do modo de predição escolhido na etapa E211. E depois o resíduo de predição R é obtido calculando para isso a diferença para cada pixel, entre o bloco predito P e o bloco corrente original.

[0082] Por ocasião de uma etapa E214, o resíduo de predição R é transformado em  $R_T$ .

[0083] No decorrer da etapa E214, uma transformada frequencial é aplicada ao bloco de resíduo R de modo a produzir o bloco  $R_T$  que compreende coeficientes transformados. A transformada poderá ser uma transformada de tipo DCT por exemplo. É possível escolher a transformada a utilizar dentre um conjunto predeterminado de transformadas  $E_T$  e assinalar a transformada utilizada ao decodificador.

[0084] Por ocasião de uma etapa E215, o bloco de resíduo trans-

formado  $R_T$  é quantificado com o auxílio por exemplo de uma quantificação escalar de passo de quantificação  $\delta_1$ . Isso produz o bloco de resíduo de predição transformado quantificado  $R_{TQ}$ .

[0085] Por ocasião de uma etapa E216, os coeficientes do bloco quantificado  $R_{TQ}$  são codificados por um codificador entrópico. É possível por exemplo utilizar a codificação entrópica especificada na norma HEVC.

[0086] De acordo com a variante de realização descrita aqui, por ocasião de uma etapa E217, o modo de predição determinado na etapa E211 é associado ao bloco corrente.

[0087] De maneira conhecida, o bloco corrente é decodificado desquantificando para isso os coeficientes do bloco quantificado  $R_{TQ}$ , e depois aplicando para isso a transformada inversa aos coeficientes desquantificados para obter o resíduo de predição decodificado. A predição é em seguida acrescentada ao resíduo de predição decodificado a fim de reconstruir o bloco corrente e obter sua versão decodificada. A versão decodificada do bloco corrente pode em seguida ser utilizada ulteriormente para prever especialmente outros blocos vizinhos da imagem ou então para prever blocos de outras imagens por predição inter imagens.

[0088] É descrita abaixo a etapa E22 de codificação do bloco de acordo com o segundo modo de codificação M2, de acordo com um modo especial de realização da invenção. De acordo com o modo especial descrito aqui, o segundo modo de codificação corresponde a uma codificação por predição ILR.

[0089] No decorrer de uma etapa E220, um preditor local PL para o bloco corrente é determinado. De acordo com o modo de codificação descrito aqui, os pixels do bloco corrente são preditos por pixels precedentemente reconstruídos de um bloco vizinho do bloco corrente ou do próprio bloco corrente.

[0090] De preferência, para predizer, são escolhidos pixels que estão os mais próximos possíveis do pixel a predizer. Por essa razão, é falado de preditor local, O preditor local PL pode também ser assimilado a um modo de predição do bloco corrente associado ao segundo modo de codificação M2. De acordo com essa interpretação, no modo especial de realização descrito aqui, o primeiro modo de codificação utiliza um primeiro grupo de modos de predição intra, por exemplo os modos de predição intra definidos pelo padrão HEVC, e o segundo modo de codificação, aqui o modo ILR, utiliza um segundo grupo de modos de predição distinto do primeiro grupo de modos de predição intra. De acordo com uma variante de realização descrita mais adiante, uma correspondência entre esses dois grupos de modos de predição pode ser determinada.

[0091] O predito local PL pode ser único ou ele pode ser selecionado dentre um conjunto de preditores locais predeterminado (segundo grupo de modos de predição).

[0092] De acordo com uma variante de realização, 4 preditores locais são definidos. Assim, se for chamado de X um pixel corrente a predizer do bloco corrente, de A o pixel situado imediatamente à esquerda de X, de B o pixel situado imediatamente à esquerda e acima de X, de C o pixel situado imediatamente acima de X, tal como ilustrado na figura 3 que mostra um bloco corrente  $X_b$ , 4 preditores locais PL1, PL2, PL3, PL4 podem ser definidos como se segue:

$$\begin{aligned} \text{PL1}(X) = & \min(A,B) \text{ se } C \geq \max(A,B) \\ & \max(A,B) \text{ se } C \leq \min(A,B) \\ & A+B+C \text{ senão} \end{aligned}$$

$$\text{PL2}(X) = A$$

$$\text{PL3}(X) = B$$

$$\text{PL4}(X) = C$$

onde  $\min(A,B)$  corresponde à função que retorna o menor valor entre o

valor de A e o valor de B e  $\max(A,B)$  corresponde à função que retorna o maior valor entre o valor de A e o valor de B.

[0093] No decorrer da etapa E220, é determinado qual preditor local PL utilizar para o bloco corrente. Dito de outro modo, o mesmo preditor local será utilizado para todos os pixels do bloco corrente, i.e., a mesma função de predição. Para isso, várias variantes de realização são possíveis.

[0094] A codificação do bloco corrente com cada um dos preditores pode ser simulada (de maneira similar a uma otimização para escolher um modo de codificação para o bloco corrente), e o preditor local que otimiza uma função de custo (por exemplo, que minimiza a função  $D + \lambda R$  na qual R é a vazão utilizada para codificar o bloco, D é a distorção do bloco decodificado em relação ao bloco original, e  $\lambda$  é um parâmetro fixado pelo usuário) é selecionado.

[0095] Ou então, a fim de limitar a complexidade da seleção de um preditor local para o bloco corrente, uma orientação da textura dos pixels precedentemente codificados é analisada. Por exemplo, os pixels precedentemente codificados no bloco que estão situados acima ou à esquerda do bloco corrente são analisados com o auxílio de um operador de tipo Sobel. Se for determinado que:

- a orientação é horizontal, o preditor local PL2 é selecionado,
- a orientação é vertical, o preditor local PL3 é selecionado,
- a orientação é diagonal, o preditor local PL4 é selecionado,
- se nenhuma orientação se revela, o preditor local PL1 é selecionado.

[0096] Um elemento de sintaxe é codificado no fluxo de dados STR para indicar ao decodificador qual preditor local foi utilizado para predizer o bloco corrente.

[0097] No decorrer de uma etapa E221, um passo de quantificação  $\delta_2$  é determinado. De acordo com o modo especial de realização descrito aqui, o passo de quantificação  $\delta_2$  depende de um mesmo parâmetro de quantificação que o passo de quantificação  $\delta_1$  que seria determinado na etapa E210, se o bloco corrente fosse codificado de acordo com o primeiro modo de codificação.

[0098] De acordo com uma variante, o passo de quantificação  $\delta_2$  pode ser determinado em função do passo de quantificação  $\delta_1$ . Por exemplo, uma função linear ou polinomial pode ser utilizada, tal que  $\delta_2 = a_1 * \delta_1 + b_1$ , onde  $a_1$  e  $b_1$  são inteiros ou números reais predeterminados, ou ainda  $\delta_2 = c_1 * \delta_1^2 + d_1 * \delta_1 + e_1$  ou  $c_1$ ,  $d_1$  e  $e_1$  são inteiros ou números reais predeterminados. Por exemplo,  $a_1 = 2$ ,  $b_1 = 10$ ,  $c_1 = 0.1$ ,  $d_1 = 2$  e  $e_1 = 10$ . Outros valores são possíveis.

[0099] De acordo com uma outra variante, o passo de quantificação  $\delta_2$  pode ser determinado a partir do parâmetro  $\lambda$  que fixa o compromisso entre compressão e qualidade. Esse parâmetro Lagrangiano  $\lambda$  pode ser inserido pelo usuário ou definido pelo codificador, de maneira similar a  $\delta_1$  ou determinado a partir do parâmetro de quantificação QP precedentemente evocado.

[00100] De acordo com uma outra variante, o passo de quantificação  $\delta_2$  pode ser fixado diretamente pelo usuário, e é nesse caso o passo de quantificação  $\delta_1$  que é função de  $\delta_2$ .

[00101] Por ocasião de uma etapa E222, um resíduo de predição R1 é calculado para o bloco corrente. Para isso, uma vez que o preditor local foi escolhido, para cada pixel corrente do bloco corrente:

[00102] – o pixel corrente X do bloco corrente é predito pelo preditor local PL selecionado, com o auxílio ou dos pixels exteriores ao bloco e já reconstruídos (e portanto disponíveis com o valor decodificado dos mesmos), ou de pixels precedentemente reconstruídos no bloco corrente, ou dos dois, a fim de obter um valor predito PRED. Em todos os

casos o preditor PL utiliza pixels precedentemente reconstruídos. Na figura 3, é visto que os pixels do bloco corrente situados na primeira linha e/ou na primeira coluna do bloco corrente utilizarão como pixels de referência (para construir o valor predito PRED) pixels exteriores ao bloco e já reconstruídos (Pixels em cinza na figura 3) e eventualmente pixels já reconstruídos do bloco corrente. Para os outros pixels do bloco corrente, os pixels de referência utilizados para construir o valor predito PRED estão situados dentro do bloco corrente.

[00103] – a diferença DIFF entre PRED e X é quantificada em um valor  $Q(X)$ , por um quantificador escalar de passo de quantificação  $\delta_2$ , por  $Q(X) = \text{ScalarQuant}(\text{DIFF}) = \text{ScalarQuant}(\delta_2, X - \text{PRED})$ , o quantificador escalar sendo por exemplo um quantificador escalar no vizinho

mais próximo tal que:  $\text{ScalarQuant}(\Delta, x) = \text{floor}\left(\frac{x + \frac{\Delta}{2}}{\Delta}\right)$ .

[00104]  $Q(X)$  é o resíduo quantificado associado a X. Ele é calculado no domínio espacial, i.e., calculado diretamente a partir da diferença entre o valor predito PRED do pixel X e o valor original de X. Um tal resíduo quantificado  $Q(X)$  para o pixel X é memorizado dentro de um bloco de resíduo de predição quantificado  $R1_Q$ , que será codificado ulteriormente.

[00105] - o valor predito decodificado  $P1(X)$  de X é calculado acrescentando para isso ao valor predito PRED o valor desquantificado do resíduo quantificado  $Q(X)$ . O valor predito decodificado  $P1(X)$  de X é assim obtido por  $P1(X) = \text{PTRD} + \text{ScalarDequant}(\delta_2, Q(X))$ . Por exemplo, a função inversa de quantificação escalar mais próxima é dada por  $\text{ScalarDequant}(\Delta, x) = \Delta \times x$ .

[00106] O valor predito decodificado  $P1(X)$  permite assim prever eventuais pixels que restam a tratar no bloco corrente. Por outro lado, o bloco  $P1$  que compreende os valores decodificado/reconstruídos dos pixels do bloco corrente constitui o preditor ILR do bloco corrente (por oposição ao preditor intra clássico).

[00107] As subetapas descritas acima são efetuadas para todos os pixels do bloco corrente, em uma ordem de percurso que assegura que os pixels utilizados para a predição escolhida dentre PL1, ..., PL4 estejam disponíveis.

[00108] De acordo com uma variante de realização, a ordem de percurso do bloco corrente é a ordem lexicográfica, i.e., da esquerda para a direita, e de cima para baixo.

[00109] De acordo com uma outra variante de realização, várias ordens de percurso do bloco corrente podem ser utilizadas, por exemplo:

- a ordem lexicográfica, ou
- percorrendo para isso a primeira coluna de cima para baixo, e depois a coluna justo a sua direita, etc. ou então,
- percorrendo para isso as diagonais umas após as outras.

[00110] De acordo com essa outra variante, é possível simular o custo de codificação associado a cada uma das ordens de percurso e escolher a melhor ordem de percurso do bloco corrente no sentido variação/distorção, e depois codificar para o bloco corrente uma informação representativa da ordem de percurso escolhida.

[00111] No final da etapa E222, o bloco de resíduo quantificado  $R1_Q$  foi determinado. Esse bloco de resíduo quantificado  $R1_Q$  deve ser codificado para ser transmitido ao decodificador. O preditor P1 do bloco corrente também foi determinado.

[00112] Por ocasião de uma etapa E223, o bloco de resíduo quantificado  $R1_Q$  é codificado a fim de transmitir o mesmo ao decodificador. É possível utilizar qualquer abordagem conhecida tal como o método descrito em HEVC para codificar os coeficientes quantificados de um resíduo de predição clássico. Por exemplo, de acordo com uma variante de realização, os valores do bloco de resíduo quantificado  $R1_Q$  são codificados com o auxílio de um codificador entrópico no fluxo de da-

dos STR.

[00113] De acordo com um modo especial de realização da invenção, é possível determinar e codificar um resíduo de predição adicional R2 a partir do preditor IKR obtido para o bloco corrente. A codificação de um resíduo de predição adicional R2 é no entanto opcional. É possível de fato simplesmente codificar o bloco corrente por sua versão predita P1 e o resíduo quantificado R1<sub>Q</sub>.

[00114] A fim de codificar um resíduo de predição adicional R2 para o bloco corrente, as etapas seguintes são executadas.

[00115] Por ocasião de uma etapa E224, a diferença R2 entre o preditor P1 e o bloco corrente original X<sub>b</sub> é calculado a fim de constituir um resíduo de predição R2:  $R2 = X_b - P1$ . As etapas seguintes correspondem às etapas clássicas de codificação desse resíduo R2.

[00116] Por ocasião de uma etapa E225, o resíduo R2 é transformado com o auxílio de uma transformada frequencial de modo a produzir o bloco de coeficientes R2<sub>T</sub>.

[00117] A transformada pode ser uma transformada de tipo DCTY por exemplo. É possível escolher a transformada a utilizar dentre um conjunto predeterminado de transformadas E<sub>T2</sub> e assinalar a transformada utilizada ao decodificador. Nesse caso, o conjunto E<sub>T2</sub> pode ser diferente do conjunto E<sub>T</sub>, a fim de se adaptar às estatísticas especiais do resíduo R2.

[00118] Por ocasião de uma etapa E226, o bloco de coeficientes R2<sub>T</sub> é quantificado, por exemplo com o auxílio de uma quantificação escalar de passo de quantificação  $\delta$ . Isso produz o bloco R2<sub>TQ</sub>.

[00119] O passo de quantificação  $\delta$  pode ser fixado pelo usuário. Ele pode também ser calculado com o auxílio de um outro parâmetro  $\lambda$  que fixa o compromisso entre compressão e quantidade e inserido pelo usuário ou pelo codificador. Por exemplo, o passo de quantificação  $\delta$  pode corresponder ao passo de quantificação  $\delta_1$  ou ser determinado

de maneira similar a esse último.

[00120] Por ocasião de uma etapa E227, os coeficientes do bloco quantificado  $R2_{TQ}$  são nesse caso transmitidos de modo codificado. É possível por exemplo utilizar a codificação especificada na norma HEVC.

[00121] De maneira conhecida, o bloco corrente é decodificado desquantificando para isso os coeficientes do bloco quantificado  $R2_{TQ}$ , e depois aplicando para isso a transformada inversa aos coeficientes desquantificados para obter o resíduo de predição decodificado. A predição P1 é em seguida acrescentada ao resíduo de predição decodificado a fim de reconstruir o bloco corrente e de obter sua versão decodificada  $X_{rec}$ . A versão decodificada  $X_{rec}$  do bloco corrente pode em seguida ser utilizada ulteriormente para prever espacialmente outros blocos vizinhos da imagem ou então para prever blocos de outras imagens por predição inter imagens.

[00122] De acordo com um modo especial de realização da invenção, um modo de predição intra clássica é determinado e associado ao bloco corrente. Para isso, no decorrer de uma etapa E228, um modo de predição intra é determinado para o bloco corrente dentre a lista dos modos de predição intra disponíveis no modo de codificação intra clássica.

[00123] Várias variantes de realização são possíveis.

[00124] De acordo com uma variante, a lista dos modos de predição MPM é criada para o bloco corrente de acordo com o mecanismo descrito mais acima para a codificação de acordo com o primeiro modo de codificação M1. De acordo com essa variante, o modo de predição é determinado como o primeiro modo da lista MPM.

[00125] De acordo com uma outra variante, o modo de predição é predeterminado, por exemplo pode se tratar de um modo de predição definido por predefinição, ou transmitido no fluxo de dados. Por exem-

plo, o modo de predição predeterminado é o modo PLNAR do padrão HEVC.

[00126] De acordo com uma outra variante, o modo de predição é determinado como o modo de predição intra que aproxima melhor o bloco corrente decodificado  $X_{rec}$ . De acordo com essa variante, todos os modos de predição são avaliados medindo para isso uma distorção entre o bloco corrente decodificado  $X_{rec}$  e o bloco predito obtido pelo modo de predição avaliado. O modo de predição intra que fornece a menor distorção é selecionado.

[00127] De acordo com uma outra variante, o modo de predição é determinado como o modo de predição intra que aproxima melhor o bloco corrente predito P1 obtido pela predição ILR. De acordo com essa variante, todos os modos de predição são avaliados medindo para isso uma distorção entre o bloco corrente predito P1 e o bloco predito obtido pelo modo de predição avaliado. O modo de predição intra que fornece a menor distorção é selecionado.

[00128] De acordo com uma outra variante, quando para um bloco codificado em ILR, há vários preditores locais possíveis, o modo de predição intra pode ser dependente do preditor local escolhido para prever o bloco corrente. Por exemplo, uma tabela de associação indica qual modo de predição intra deve ser associado ao bloco corrente em função do preditor local escolhido.

[00129] Por ocasião de uma etapa E229, o modo de predição intra determinado é associado ao bloco corrente. Trata-se mesmo aqui de associar um modo de predição intra mas não transmitir o mesmo ao decodificador. O método que determina o modo intra a associar ao bloco corrente é reproduzível no decodificador e não necessita da transmissão de nenhuma informação.

[00130] Várias variantes de realização foram descritas acima, mas o codificador e o decodificador devem evidentemente executar a

mesma variante.

[00131] De acordo com o modo especial de realização descrito aqui, o modo de predição intra associado ao bloco corrente poderá em seguida servir para:

- predizer o modo de predição intra de um bloco seguinte que será codificado em modo intra clássico, ou

- determinar, se for o caso, o modo de predição intra a associar a um bloco seguinte que seria codificado de acordo com um outro modo de codificação distinto do modo de predição intra clássica. Esse outro modo de codificação poderia ser um modo de codificação ILR, ou outro (inter, etc...).

[00132] Por ocasião de uma etapa E23, é verificado se o bloco corrente é o último bloco da imagem a tratar pelo método de codificação, considerando a ordem de percurso definida precedentemente. Se sim, o método passa para a codificação (etapa E25) da imagem seguinte do vídeo se for o caso. Se não, por ocasião de uma etapa E24, o bloco seguinte da imagem a tratar é selecionado de acordo com o percurso da imagem definido precedentemente e o método de codificação passa para a etapa E2, na qual o bloco selecionado se torna o bloco corrente a tratar.

[00133] A figura 4 apresenta etapas do método de decodificação de um fluxo STR de dados codificados representativo de uma sequência de imagens  $I_1, I_2, \dots, I_{N_b}$  a decodificar de acordo com um modo especial de realização da invenção.

[00134] Por exemplo, o fluxo de dados STR foi gerado via o método de codificação apresentado em relação com a figura 1. O fluxo de dados STR é fornecido na entrada de um dispositivo de decodificação DEC, tal como descrito em relação com a figura 7.

[00135] O método de decodificação procede à decodificação do fluxo imagem por imagem e cada imagem é decodificada bloco por blo-

co.

[00136] Por ocasião de uma etapa E40, uma imagem  $I_j$  a decodificar é subdividida em blocos. Cada bloco vai ser submetido a uma operação de decodificação que consiste em uma série de etapas que são detalhadas na sequência. Os blocos podem ter o mesmo tamanho ou ter tamanhos diferentes.

[00137] Por ocasião de uma etapa opcional E401, de acordo com um modo especial de realização da invenção, um parâmetro de quantificação QP é lido a partir do fluxo de dados STR.

[00138] Por ocasião de uma etapa E41, um primeiro bloco ou subbloco  $X_b$  a decodificar da imagem  $I_j$  é selecionado como bloco corrente de acordo com um sentido de percurso da imagem  $I_j$  que é determinado. Por exemplo, pode se tratar do primeiro bloco na ordem lexicográfica de percurso da imagem.

[00139] Por ocasião de uma etapa E42, uma informação que indica um modo de codificação para o bloco corrente é lida a partir do fluxo de dados STR. De acordo com o modo especial de realização descrito aqui, essa informação indica se o bloco corrente está codificado de acordo com um primeiro modo de codificação M1 ou de acordo com um segundo modo de codificação M2. De acordo com o modo de realização especial descrito aqui, o primeiro modo de codificação M1 corresponde à codificação do bloco corrente por predição intra clássica, por exemplo tal como definido de acordo com o padrão HEVC, e o segundo modo de codificação M2 corresponde à codificação por predição In Loop Residual (ILR).

[00140] Em outros modos especiais de realização, a informação lida a partir do fluxo STR pode também indicar a utilização de outros modos de codificação para codificar o bloco corrente (não descritos aqui).

[00141] É descrita abaixo a etapa E43 de decodificação do bloco corrente quando o bloco corrente é codificado de acordo com o primei-

ro modo de codificação M1.

[00142] Por ocasião de uma etapa E430, um passo de quantificação  $\delta_1$  é determinado. Por exemplo, o passo de quantificação  $\delta_1$  é determinado a partir do parâmetro de quantificação QP lido por ocasião da etapa E401 ou de maneira similar ao que foi feito no codificador. Por exemplo, o passo de quantificação  $\delta_1$  pode ser calculado com o auxílio do parâmetro de quantificação QP lido por ocasião da etapa E401. Por exemplo, o parâmetro de quantificação QP pode ser o parâmetro de quantificação utilizado classicamente nas normas AVC ou HEVC. Assim, na norma HEVC, o passo de quantificação  $\delta_1$  é determinado pela equação  $\delta_1 = \text{levelScale}[\text{QP}\%6] \ll (\text{QP}/6)$  na qual  $\text{levelScale}[k] = \{40, 45, 51, 57, 64, 72\}$  para  $k = 0..5$ .

[00143] Por ocasião de uma etapa E431, o modo de predição utilizado para codificar o bloco corrente é decodificado a partir dos blocos vizinhos. Para isso, como o que foi feito no codificador, o modo de predição intra escolhido para o bloco corrente é decodificado, utilizando para isso os modos de predição intra associados aos blocos vizinhos do bloco corrente.

[00144] De acordo com uma variante do modo especial de realização da invenção descrito aqui, o modo de predição intra associado a um bloco é:

- o modo de predição intra que foi utilizado para prever o bloco se o bloco foi codificado por um modo de codificação por predição intra clássica,

- o modo de predição intra que foi associado ao bloco se o bloco foi codificado por um modo de codificação distinto de uma predição intra clássica. Um exemplo de uma tal associação é descrito mais adiante em referência às etapas E449 e E450).

[00145] A construção das duas listas MPM e não-MPM é estritamente similar ao que foi feito por ocasião da codificação. De acordo

com o padrão HEVC, elementos de sintaxe do tipo seguinte são decodificados:

- um indicador binário que indica se o modo de predição a codificar para o bloco corrente está na lista MPM ou não,

- se o modo de predição do bloco corrente pertence à lista MPM, um índice na lista MPM que corresponde ao modo de predição do bloco corrente é codificado,

- se o modo de predição do bloco corrente não pertence à lista MPM, um índice na lista não-MPM que corresponde ao modo de predição do bloco corrente é codificado.

[00146] O indicador binário e o índice do modo de predição são portanto lidos para o bloco corrente a partir do fluxo de dados STR, para decodificar o modo de predição intra do bloco corrente.

[00147] Por ocasião de uma etapa E432, o decodificador constrói um bloco predito P para o bloco corrente a partir do modo de predição decodificado.

[00148] Por ocasião de uma etapa E433, o decodificador decodifica os coeficientes do bloco quantificado  $R_{TQ}$  a partir do fluxo de dados STR, por exemplo utilizando para isso a decodificação especificada na norma HEVC.

[00149] Por ocasião de uma etapa E434, o bloco decodificado  $R_{TQ}$  é desquantificado, por exemplo com o auxílio de uma desquantificação escalar de passo de quantificação  $\delta_1$ . Isso produz o bloco de coeficientes desquantificados  $R_{TQD}$ .

[00150] Por ocasião de uma etapa E435, uma transformada frequencial inversa é aplicada ao bloco de coeficientes desquantificados  $R_{TQD}$  de modo a produzir o bloco de resíduo de predição decodificado  $R_{TQDI}$ . A transformada poderá ser uma transformada de tipo DCT inversa por exemplo. É possível escolher a transformada a utilizar dentre um conjunto predeterminado de transformadas ETI decodificando para

isso um indicador a partir do fluxo de dados STR.

[00151] Por ocasião de uma etapa E436, o bloco corrente é reconstruído a partir do bloco predito  $P$  obtido na etapa E432 e do bloco decodificado  $R_{TQDI}$  obtido na etapa E435, a fim de produzir o bloco corrente decodificado  $X_{rec}$ , por  $X_{rec} = P + R_{TQDI}$ .

[00152] De acordo com a variante de realização descrita aqui, por ocasião de uma etapa E437, o modo de predição intra decodificado na etapa E431 é associado ao bloco corrente.

[00153] É descrita abaixo a etapa E44 de decodificação do bloco corrente quando o bloco corrente é codificado de acordo com o segundo modo de codificação M2.

[00154] Por ocasião de uma etapa E440, o preditor local PL utilizado para prever os pixels do bloco corrente é determinado. No caso em que um só preditor está disponível, o preditor local é por exemplo definido por predefinição ao nível do decodificador e nenhum elemento de sintaxe precisa ser lido no fluxo STR para determinar o mesmo.

[00155] No caso em que vários preditores locais estão disponíveis, por exemplo os preditores PL1-PL4 descritos acima, um elemento de sintaxe é decodificado do fluxo de dados STR para identificar qual preditor local foi utilizado para prever o bloco corrente. O preditor local é portanto determinado a partir desse elemento de sintaxe decodificado.

[00156] Por ocasião de uma etapa E441, o passo de quantificação  $\delta_2$  é determinado, de maneira similar ao que foi feito no codificador.

[00157] Por ocasião de uma etapa E442, o resíduo quantificado  $R1_Q$  é decodificado a partir do fluxo de dados STR. É possível utilizar qualquer abordagem conhecida tal como o método descrito em HEVC para decodificar os coeficientes quantificados do resíduo de predição clássico.

[00158] Por ocasião de uma etapa E443, o bloco de resíduo quanti-

ficado  $R1_Q$  é desquantificado com o auxílio do passo de quantificação  $\delta_2$ , de modo a produzir o bloco de resíduo desquantificado  $R1_{QD}$ .

[00159] Por ocasião de uma etapa E444, quando o bloco de resíduo desquantificado  $R1_{QD}$  é obtido, o bloco predito P1 é construído com o auxílio do preditor local PL determinado por ocasião da etapa E440.

[00160] No decorrer da etapa E444, cada pixel do bloco corrente é predito e reconstruído da maneira seguinte:

- o pixel corrente X do bloco corrente é predito pelo preditor PL selecionado, com o auxílio ou dos pixels exteriores ao bloco e já decodificados, ou de pixels precedentemente reconstruídos do bloco corrente, ou de ambos, a fim de obter um valor predito PRED. Em todos os casos, o preditor PL utiliza pixels precedentemente decodificados.

- o valor predito  $P1(X)$  do pixel corrente X é calculado acrescentando para isso ao valor predito PRED, o valor desquantificado do resíduo de predição  $R1_{QD}$ , tal que  $P1(X) = PRED + R1_{QD}(X)$ .

[00161] Essas etapas são executadas para todos os pixels do bloco corrente, em uma ordem de percurso que assegure que os pixels utilizados para a predição escolhida dentre PL1, ..., PL4 estejam disponíveis.

[00162] Por exemplo, a ordem de percurso é a ordem lexicográfica (da esquerda para a direita, e depois as linhas de cima para baixo).

[00163] De acordo com um modo especial de realização da invenção, o bloco predito P1 que compreende os valores preditos decodificados  $P1(X)$  de cada pixel do bloco corrente constitui aqui o bloco corrente decodificado  $X_{rec}$ .

[00164] De acordo com um outro modo especial de realização da invenção, é considerado aqui que um resíduo de predição adicional foi codificado para o bloco corrente. É portanto necessário decodificar esse resíduo de predição adicional a fim de reconstruir a versão decodifi-

cada do bloco corrente  $X_{\text{rec}}$ . Por exemplo, esse outro modo especial de realização pode ser ativado ou não por predefinição ao nível do codificador e do decodificador. Ou então, um indicador pode ser codificado no fluxo de dados com as informações de nível bloco para indicar para cada bloco codificados de acordo com o modo de codificação OLR se um resíduo de predição adicional está codificado. Ou então ainda um indicador pode ser codificado no fluxo de dados com as informações de nível imagem ou sequência de imagens para indicar para todos os blocos da imagem ou da sequência de imagens codificados de acordo com o modo de codificação ILR se um resíduo de predição adicional está codificado.

[00165] Quando um resíduo de predição adicional é codificado para o bloco corrente, por ocasião de uma etapa E445, os coeficientes do resíduo de predição quantificado  $R_{2QT}$  são decodificados do fluxo de dados STR, com o auxílio de meios adaptados a aqueles utilizados no codificador, por exemplo os meios utilizados em um decodificador HEVC.

[00166] Por ocasião de uma etapa E446, o bloco de coeficientes quantificados  $R_{2QT}$  é desquantificado, por exemplo com o auxílio de uma desquantificação escalar de passo de quantificação  $\delta_1$ . Isso produz o bloco de coeficientes desquantificados  $R_{2QTD}$ .

[00167] Por ocasião de uma etapa E447, uma transformada frequencial inversa é aplicada ao bloco  $R_{2TQD}$  de modo a produzir o bloco de resíduo de predição decodificado  $R_{2TQDI}$ .

[00168] A transformada inversa poderá ser uma transformada de tipo DCT inversa por exemplo.

[00169] É possível escolher a transformada a utilizar dentre um conjunto predeterminado de transformadas  $E_{T2}$  e decodificar a informação que assinala a transformada a utilizar no decodificador. Nesse caso, o conjunto  $E_{T2}$  é diferente do conjunto  $E_T$ , a fim de se adaptar às estatís-

ticas especiais do resíduo R2.

[00170] Por ocasião de uma etapa E448, o bloco corrente é reconstruído acrescentando para isso o bloco predito P1 obtido por ocasião da etapa E444 ao resíduo de predição decodificado  $R2_{TQDI}$ .

[00171] De acordo com um modo especial de realização da invenção, um modo de predição intra clássica é determinado e associado ao bloco corrente. Para isso, no decorrer de uma etapa E449, um modo de predição intra é determinado para o bloco corrente dentre a lista dos modos de predição intra disponíveis no modo de codificação intra clássica. Essa determinação é executada de maneira similar ao que foi executado ao nível do codificador.

[00172] Por ocasião de uma etapa E450, o modo de predição intra determinado é associado ao bloco corrente.

[00173] Por ocasião de uma etapa E45, é verificado se o bloco corrente é o último bloco da imagem a tratar pelo método de decodificação, considerando a ordem de percurso definida precedentemente. Se sim, o método passa para a decodificação (etapa E47) da imagem seguinte do vídeo se for o caso. Se não, por ocasião de uma etapa E46, o bloco seguinte da imagem a tratar é selecionado de acordo com o percurso da imagem definido precedentemente e o método de decodificação passa para a etapa E42, o bloco selecionado se tornando o bloco corrente a tratar.

[00174] A figura 5 ilustra um exemplo de sinal STR que compreende dados codificados representativos de pelo menos um bloco de uma imagem de acordo com um modo especial de realização da invenção. Por exemplo, o sinal STR pode compreender um parâmetro de quantificação QP que permite determinar o passo de quantificação  $\delta_1$  e o passo de quantificação  $\delta_2$  descritos acima. Esse parâmetro de quantificação QP pode ser codificado ao nível do bloco, ou ao nível da imagem ou sequência de imagens no caso da codificação de um vídeo.

[00175] O sinal STR compreende um indicador codificado TY que indica para um bloco de uma imagem, um modo de codificação para esse bloco. Quando o indicador TY indica que o bloco está codificado de acordo com o segundo modo de codificação, aqui o modo ILR, o sinal compreende então valores codificados de resíduos de predição quantificados  $R1_Q$  e eventualmente valores codificados de resíduos de predição transformados quantificados  $R2_{TQ}$ . Quando vários preditores locais são possíveis para o bloco corrente, o sinal compreende também um indicador codificado de preditor local PL.

[00176] Quando o indicador TY indica que o bloco está codificado de acordo com o primeiro modo de codificação, aqui o modo de predição intra clássica, o sinal compreende então valores codificados de resíduos de predição transformados quantificados  $R_{TQ}$ , um indicador binário  $i_{MPM}$  que indica se o modo de predição a codificar para o bloco corrente está na lista MPM ou não, e um índice  $idx_{MPM}$  que indica o índice do modo de predição do bloco corrente na lista correspondente.

[00177] A figura 6 apresenta a estrutura simplificada de um dispositivo de codificação COD adaptado para executar o método de codificação de acordo com qualquer um dos modos especiais de realização da invenção.

[00178] De acordo com um modo especial de realização da invenção, as etapas do método de codificação são executadas por instruções de programa de computador. Para isso, o dispositivo de codificação COD tem a arquitetura clássica de um computador e compreende notadamente uma memória MEM, uma unidade de tratamento UT, equipada por exemplo com um processador PROC, e comandado pelo programa de computador PG estocado na memória MEM. O programa de computador PG compreende instruções para executar as etapas do método de codificação tal como descrito acima, quando o programa é executado pelo processador PROC.

[00179] Na inicialização, as instruções de código do programa de computador PG são por exemplo carregadas em uma memória RAM (não representada) antes de ser executadas pelo processador PROC. O processador PROC da unidade de tratamento UT executa notadamente as etapas do método de codificação descrito acima, de acordo com as instruções do programa de computador PG.

[00180] A figura 7 apresenta a estrutura simplificada de um dispositivo de decodificação DEC adaptado para executar o método de decodificação de acordo com qualquer um dos modos de realização especiais da invenção.

[00181] De acordo com um modo especial de realização da invenção, o dispositivo de decodificação DEC tem a arquitetura clássica de um computador e compreende notadamente uma memória MEM0, uma unidade de tratamento UT0, equipada por exemplo com um processador PROC0, e comandado pelo programa de computador PG0 estocado na memória MEM0. O programa de computador PG0 compreende instruções para executar as etapas do método de decodificação tal como descrito acima, quando o programa é executado pelo processador PROC0.

[00182] Na inicialização, as instruções de código do programa de computador PG0 são por exemplo carregadas em uma memória RAM (não representada) antes de ser executadas pelo processador PROC0. O processador PROC0 da unidade de tratamento UT0 executa notadamente as etapas do método de decodificação descrito acima, de acordo com as instruções do programa de computador PG0.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método de decodificação de um fluxo de dados codificados representativo de pelo menos uma imagem, a dita imagem sendo recortada em blocos, o método caracterizado pelo fato de que compreende, para pelo menos um bloco da imagem, referido como bloco corrente:

- decodificar (E42) uma informação que indica um modo de codificação do bloco corrente,
- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, a decodificação (E43) do bloco corrente compreendendo a determinação (E430) de um primeiro passo de quantificação para desquantificar, no domínio de transformada, um resíduo de predição associado ao bloco corrente,
- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, a decodificação (E44) do bloco corrente compreendendo a determinação (E441) de um segundo passo de quantificação para desquantificar, no domínio espacial, um resíduo de predição associado ao bloco corrente,
- o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação sendo determinados em função de um mesmo parâmetro de quantificação.

2. Método de decodificação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde ao segundo modo de codificação, a decodificação do bloco corrente ainda compreende para cada pixel do bloco corrente:

- obter uma predição do dito pixel a partir de um outro pixel precedentemente decodificado, o dito outro pixel precedentemente decodificado pertencendo ao dito bloco corrente ou a um bloco da imagem precedentemente decodificado,

- decodificar um resíduo de predição associado ao dito pixel,
- desquantificar dito resíduo de predição associado ao dito pixel com o auxílio do dito segundo passo de quantificação,
- reconstruir o dito pixel por acréscimo da predição do dito pixel ao resíduo de predição desquantificado.

3. Método de decodificação de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que os coeficientes do resíduo de predição associado ao bloco corrente, quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde ao segundo modo de codificação, são decodificados por um decodificador entrópico, decodificador este que foi utilizado para decodificar os coeficientes do resíduo de predição associado ao bloco corrente, quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde ao primeiro modo de codificação.

4. Método de codificação de um fluxo de dados codificados representativo de pelo menos uma imagem, a dita imagem sendo recortada em blocos, o método de codificação caracterizado pelo fato de que compreende, para pelo menos um bloco da imagem, referido como bloco corrente:

- a codificação (E20) de uma informação que indica um modo de codificação do bloco corrente,
- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, a codificação (E21) do bloco corrente que compreende a determinação (E210) de um primeiro passo de quantificação para quantificar um resíduo de predição associado ao bloco corrente no domínio de transformada ,
- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, a codificação (E22) do bloco corrente que compreende a determinação (E221) de um segundo

passo de quantificação para quantificar um resíduo de predição associado ao bloco corrente no domínio espacial,

– o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação sendo determinados em função de um mesmo parâmetro de quantificação.

5. Método de codificação de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde ao segundo modo de codificação, a codificação do bloco corrente compreende, para cada pixel do bloco corrente:

– a obtenção de uma predição do dito pixel a partir de um outro pixel precedentemente decodificado, o dito outro pixel precedentemente decodificado pertencendo ao dito bloco corrente, ou a um bloco da imagem precedentemente decodificado,

– a obtenção de um resíduo de predição associado ao dito pixel a partir da predição do dito pixel,

– a quantificação do dito resíduo de predição associado ao dito pixel com o auxílio do dito segundo passo de quantificação,

– a codificação do dito resíduo de predição quantificado.

6. Método de codificação de acordo com a reivindicação 4 ou 5, caracterizado pelo fato de que os coeficientes do resíduo de predição associado ao bloco corrente, quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde ao segundo modo de codificação, são codificados por um codificador entrópico, codificador entrópico este que foi utilizado para codificar os coeficientes do resíduo de predição associado ao bloco corrente, quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde ao primeiro modo de codificação.

7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o segundo passo de quantificação é determinado em função do primeiro passo de quantificação.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o segundo passo de quantificação é determinado por  $a * \delta_1 + b$  ou  $c * \delta_1^2 + d * \delta_1 + e$ , com  $\delta_1$  que corresponde ao primeiro passo de quantificação, e a, b, c, d, e sendo parâmetros predeterminados.

9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o primeiro passo de quantificação é obtido a partir de uma tabela de passos de quantificação predeterminada para valores do parâmetro de quantificação.

10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o parâmetro de quantificação corresponde a um Lagrangiano  $\lambda$  utilizado para otimizar uma função  $D + \lambda * R$  na qual R corresponde à vazão do fluxo de dados e D corresponde à distorção associada da imagem decodificada.

11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o parâmetro de quantificação é codificado no fluxo de dados ou decodificado do fluxo de dados.

12. Método de decodificação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a decodificação do bloco corrente de acordo com o segundo modo de codificação compreende por outro lado:

- a decodificação de um outro resíduo de predição associado ao dito bloco corrente,
- a desquantificação do dito outro resíduo de predição associado ao dito bloco corrente com o auxílio do dito primeiro passo de quantificação,
- a reconstrução do dito bloco corrente a partir dos pixels reconstruídos do bloco corrente e do dito outro resíduo de predição desquantificado.

13. Dispositivo de decodificação de um fluxo de dados codificados representativo de pelo menos uma imagem, a dita imagem sendo recortada em blocos, o dispositivo de decodificação caracterizado pelo fato de que ele compreende um processador (PROC0) configurado para, para pelo menos um bloco da imagem, do referido como bloco corrente:

- decodificar uma informação que indica um modo de codificação do bloco corrente,

- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, decodificar o bloco corrente via a determinação de um primeiro passo de quantificação para desquantificar, no domínio de transformada, um resíduo de predição associado ao bloco corrente,

- quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, decodificar o bloco corrente via a determinação de um segundo passo de quantificação para desquantificar, no domínio espacial, um resíduo de predição associado ao bloco corrente,

- o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação sendo determinados em função de um mesmo parâmetro de quantificação.

14. Dispositivo de codificação de um fluxo de dados codificados representativo de pelo menos uma imagem, a dita imagem sendo recortada em blocos, o dispositivo de codificação sendo caracterizado pelo fato de que ele compreende um processador (PROC) configurado para, para pelo menos um bloco da imagem, dito bloco corrente:

- codificar uma informação que indica um modo de codificação do bloco corrente,

– quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, codificar o bloco corrente via a determinação de um primeiro passo de quantificação para quantificar um resíduo de predição associado ao bloco corrente no domínio de transformada ,

– quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, codificar o bloco corrente via a determinação de um segundo passo de quantificação para quantificar um resíduo de predição associado ao bloco corrente no domínio espacial,

– o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação sendo determinados em função de um mesmo parâmetro de quantificação.

15. Fluxo de dados codificados representativo de pelo menos uma imagem, a dita imagem sendo recortada em blocos, caracterizado pelo fato de que o fluxo de dados codificados compreende, para pelo menos um bloco da imagem, referido como bloco corrente:

– uma informação que indica um modo de codificação do bloco corrente,

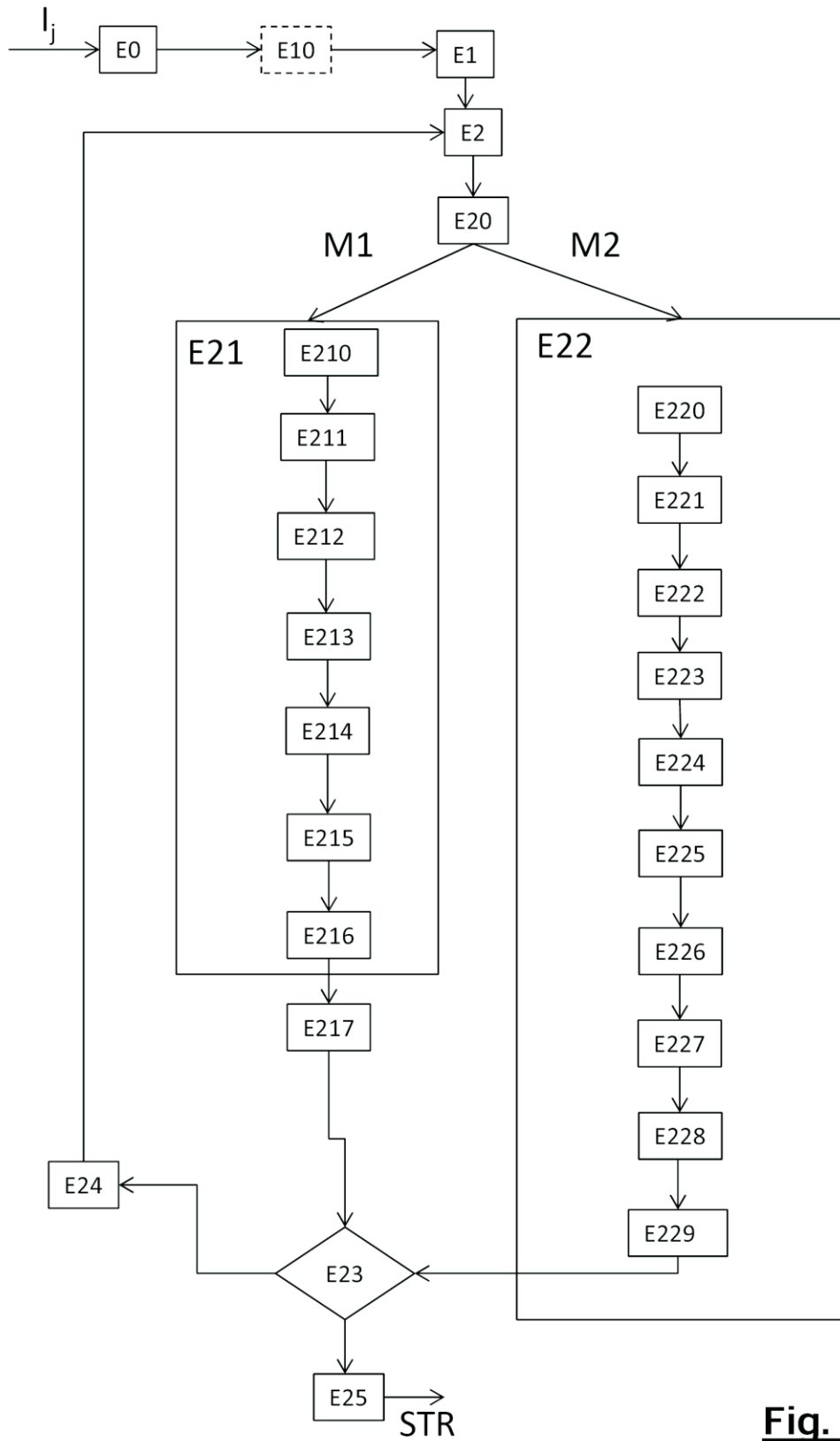
– quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, um resíduo de predição associado ao bloco corrente, que compreende coeficientes transformados e quantificados com o auxílio de um primeiro passo de quantificação,

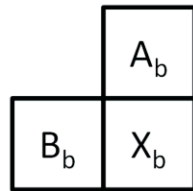
– quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, um resíduo de predição associado ao bloco corrente, que compreende valores de resíduo de predição quantificados no domínio espacial com o auxílio de um segundo passo de quantificação,

– o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação sendo determinados em função de um mesmo parâmetro de quantificação.

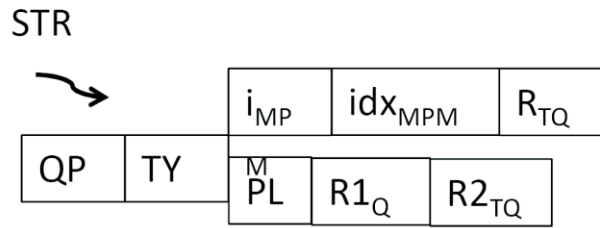
16. Fluxo de dados codificados de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que ele ainda compreende o referido parâmetro de quantificação.

17. Programa de computador caracterizado pelo fato de que ele compreende instruções para a execução do método de decodificação como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 3 ou 7 a 12 ou do método de codificação como definido em qualquer uma das reivindicações 4 a 11, quando o dito programa é executado por um processador.

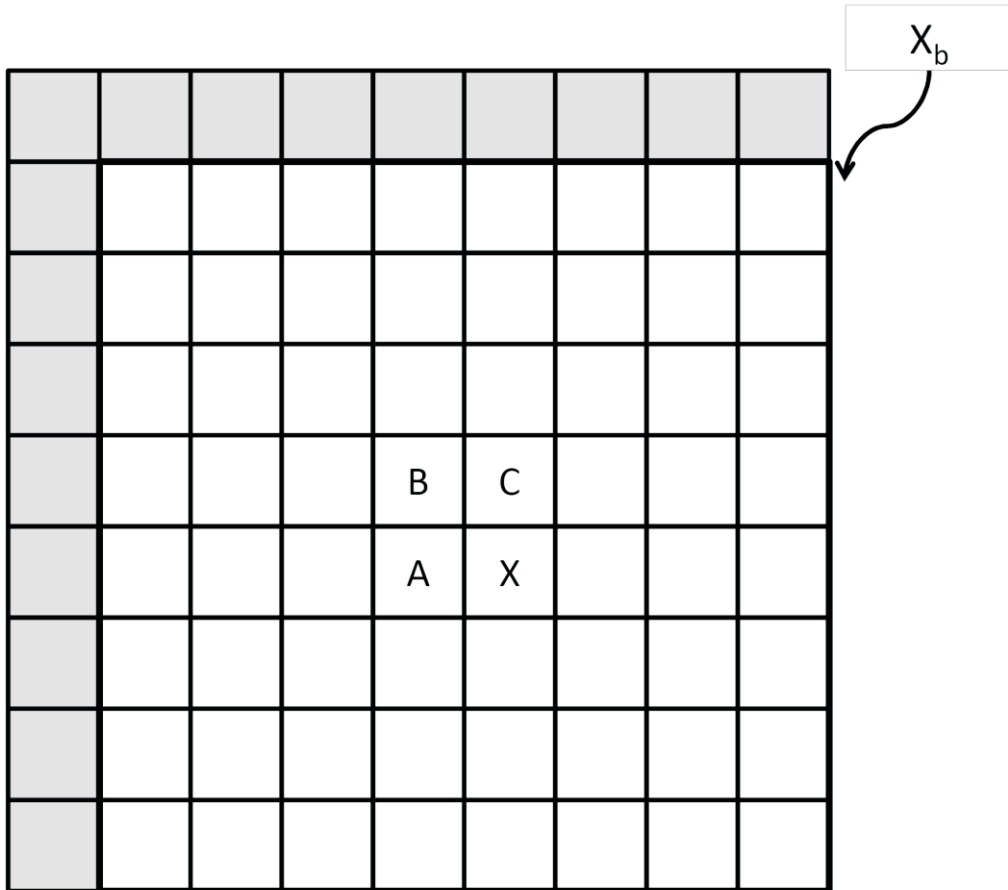
**Fig. 1**



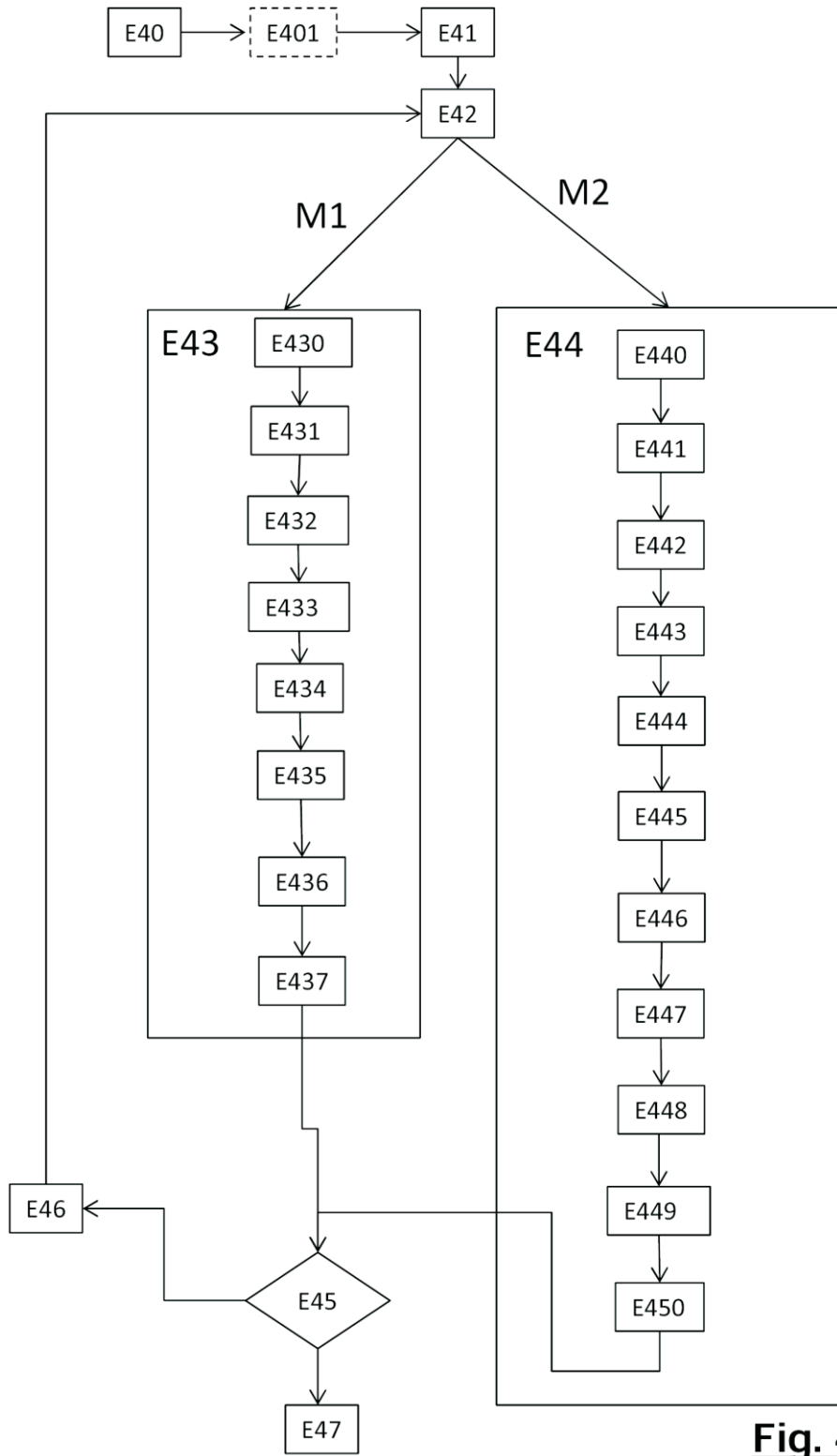
**Fig. 2**



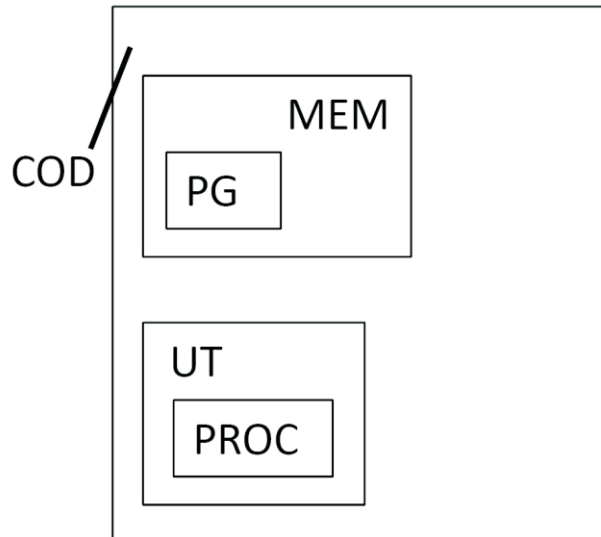
**Fig. 5**



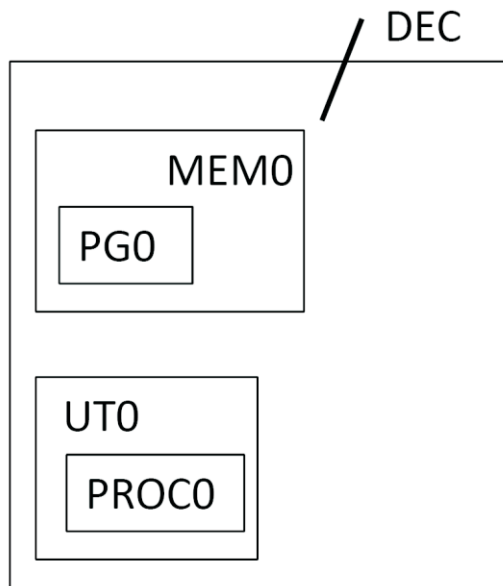
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 6**



**Fig. 7**

## RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODOS E DISPOSITIVOS DE CODIFICAÇÃO E DE DECODIFICAÇÃO DE UM FLUXO DE DADOS REPRESENTATIVO DE PELO MENOS UMA IMAGEM"**.

A presente invenção refere-se a método de codificação e a método de decodificação de fluxo de dados codificados, representativo de pelo menos uma imagem recortada em blocos; a codificador e decodificador; estrutura de fluxo de dados; e produto de computador. Para pelo menos um bloco da imagem, dito bloco corrente uma informação que indica um modo de codificação do bloco corrente é decodificada (E42) a partir do fluxo de dados. Quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um primeiro modo de codificação, o bloco corrente é decodificado (E43) utilizando para isso um primeiro passo de quantificação determinado (E430) para desquantificar, no domínio de transformada, um resíduo de predição associado ao bloco corrente. Quando o modo de codificação do bloco corrente corresponde a um segundo modo de codificação, o bloco corrente é decodificado (E44) utilizando para isso um segundo passo de quantificação determinado (E441) para desquantificar, no domínio espacial, um resíduo de predição associado ao bloco corrente. De acordo com a invenção, o primeiro passo de quantificação e o segundo passo de quantificação são determinados em função de um mesmo parâmetro de quantificação.