



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0107706-6 B1

(22) Data do Depósito: 22/01/2001

(45) Data de Concessão: 04/04/2017



(54) Título: MÉTODO E DISPOSITIVO PARA CODIFICAR UMA IMAGEM DIGITAL, CODIFICADOR, DECODIFICADOR, CODEC E TERMINAL MÓVEL

(51) Int.Cl.: H04N 19/593

(52) CPC: H04N 19/593

(30) Prioridade Unionista: 21/01/2000 FI 20000131

(73) Titular(es): NOKIA TECHNOLOGIES OY

(72) Inventor(es): OSSI KALEVO; JONI VAHTERI; MARTA KARCZEWICZ; BOGDAN-PAUL DOBRIN

“MÉTODO E DISPOSITIVO PARA CODIFICAR UMA IMAGEM DIGITAL, CODIFICADOR, DECODIFICADOR, CODEC E TERMINAL MÓVEL”.

Campo da Invenção

A presente invenção relaciona a um método para codificar imagens de acordo com o preâmbulo da reivindicação 1. A presente invenção também relaciona a um dispositivo para codificar imagens de acordo com o preâmbulo da reivindicação 12. Além disso, a presente invenção relaciona a um codificador de acordo com o preâmbulo da reivindicação 23, a um decodificador de acordo com o preâmbulo da reivindicação 24, a um codec de acordo com o preâmbulo da reivindicação 25, a um terminal móvel de acordo com o preâmbulo da reivindicação 26, e a um dispositivo de armazenagem para armazenar um programa de software de acordo com o preâmbulo da reivindicação 27.

A imagem pode ser qualquer imagem digital, uma imagem de vídeo, uma imagem de TV, uma imagem gerada por um gravador de vídeo, uma animação de computador, uma imagem imóvel, etc. em geral, uma imagem digital consiste em pixels, estes são dispostos em linhas horizontais e verticais, o número dos quais em uma única imagem é tipicamente de dez milhões. Em adição, a informação gerada para cada pixel contém, por exemplo, a informação de luminância relativa ao pixel, tipicamente com uma resolução de oito bits, e nas aplicações coloridas há também a informação de crominância, por exemplo, um sinal de crominância. Este sinal de crominância geralmente consiste de dois componentes, Cb e Cr que são ambos tipicamente transmitidos com uma resolução de oito bits. Com base nestes valores de luminância e crominância, é possível formar a informação que corresponde ao pixel original no dispositivo de exibição de um terminal de vídeo de recepção. Neste exemplo, a quantidade de dados a ser transmitida para cada pixel é de 24 bits não compactados. Assim, o total de informação para uma imagem chega a vários megabits. Na transmissão de uma imagem em movimento, várias imagens são transmitidas por segundo. Por exemplo, em uma imagem de TV, são transmitidas 25 imagens por segundo. Sem compressão, a quantidade de informação a ser transmitida chegaria a dezenas de megabits por segundo. Porém, por exemplo, na rede de dados Internet, a taxa de transmissão de dados pode estar na ordem de 64 kbits por segundo, o que toma a

transmissão da imagem não compactada em tempo real por esta rede praticamente impossível.

5 Para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, foram desenvolvidos vários métodos de compressão diferentes, tal como o JPEG, o MPEG e os padrões H.263. Na transmissão de vídeo, a imagem de compressão pode ser executada ou como compressão inter-quadro, compressão intra-quadro, ou uma combinação destas. Na compressão de inter-quadro, o alvo é eliminar a informação redundante nos quadros das imagens sucessivas. Tipicamente, as imagens contêm uma grande quantidade de informação não-variada, por exemplo, um fundo imóvel, ou uma informação variável lentamente, por exemplo, quando o sujeito move lentamente. Na compressão inter-quadro, é também possível utilizar a predição de movimento compensado, onde o alvo é detectar os elementos na imagem que estão em movimento, onde o vetor de movimento e as informações de erro de predição são transmitidos em vez de transmitir os valores de pixel.

15 Para habilitar o uso de técnicas de compressão de imagem em tempo real, o terminal de vídeo de transmissão e de recepção deveria ter uma velocidade de processo suficientemente alta, para que seja possível executar a compressão e a descompressão em tempo real.

20 Em várias técnicas de compressão de imagem, um sinal de imagem em formato digital é sujeito a uma transformação de co-seno discreto (DCT), antes do sinal de imagem ser transmitido para um caminho de transmissão ou armazenado em um dispositivo de armazenagem. Usando um DCT, é possível calcular o espectro de frequência de um sinal periódico, isto é, executar uma transformação no domínio do tempo para o domínio da frequência. Neste contexto, a palavra discreto indica que os pixels separados em vez das funções contínuas são processados na transformação. Em um sinal de imagem digital, os pixels vizinhos têm tipicamente uma correlação espacial significativa. Uma característica do DCT é que os coeficientes estabelecidos como resultado do DCT são praticamente não correlacionados; conseqüentemente, o DCT administra a transformação do sinal de imagem no domínio do tempo para o domínio de frequência (espacial) de uma maneira eficiente, reduzindo a redundância dos dados de imagem. Como tal, o uso da codificação de transformação é um modo efetivo de reduzir a redundância em ambas as

25

30

codificações inter-quadro e intra-quadro.

Os métodos de codificação baseados nos blocos correntes usados na codificação da imagem imóvel e na codificação de vídeo para os quadros chaveados codificados independentemente (intra-quadros) usam uma aproximação baseada em bloco.

5 Em geral, uma imagem é dividida nos blocos $N \times M$ que são codificados independentemente, usando algum tipo de codificação de transformação. A codificação pura baseada no bloco, reduz apenas a correlação inter-pixel dentro de um bloco particular, sem considerar a correlação inter-bloco dos pixels. Então, a codificação simples baseada no bloco, produz altas taxas de bits até mesmo ao usar a codificação baseada na transformação, tal como a
10 codificação DCT que tem propriedades de empacotamento de energia muito eficiente para os dados altamente correlacionados. Então, os padrões de codificação da imagem digital corrente exploram certos métodos que também reduzem a correlação dos valores de pixel entre os blocos.

Os métodos de codificação da imagem digital corrente executa a predição
15 dentro do domínio de transformação, isto é, eles tentam prever os coeficientes DCT do bloco correntemente sendo codificado usando os blocos codificados prévios e são então acoplados ao método de compressão. Tipicamente, um coeficiente DCT que corresponde ao valor de pixel comum dentro de um bloco de imagem é predito, usando o mesmo coeficiente DCT do bloco codificado prévio. A diferença entre o coeficiente atual e predito é enviado
20 ao decodificador. Porém, este esquema pode prever apenas o valor do pixel comum, e não é muito eficiente.

Os coeficientes de predição DCT podem ser executados usando os blocos vizinhos espacialmente. Por exemplo, o coeficiente DCT que corresponde ao valor de pixel comum dentro de um bloco é predito, usando o coeficiente(s) (DCT) de um bloco à
25 esquerda ou sobre o bloco codificado corrente sendo codificado. Os coeficientes DCT que correspondem às frequências horizontais (isto é, as extremidades verticais) podem ser preditos do bloco acima do bloco corrente e os coeficientes que correspondem às frequências verticais (isto é, as extremidades horizontais) podem ser preditos do bloco situado à esquerda. Semelhante ao método prévio, as diferenças entre os coeficientes atual e
30 o predito são codificadas e enviadas ao decodificador. Esta aproximação permite a predição

das extremidades horizontais e verticais que rodam através de vários blocos.

Na compressão MPEG-2, o DCT é executado nos blocos usando um tamanho de bloco de 8x8 pixels. O nível de luminância é transformado usando a resolução espacial total, enquanto ambos os sinais de crominância são sub-amostrados. Por exemplo, um
5 campo de 16x16 pixels é sub-amostrado em um campo de 8x8 pixels. As diferenças no tamanhos dos blocos são, principalmente devido ao fato de que o olho não discerne as mudanças na crominância tão igualmente bem como as mudanças na luminância, onde o campo de 2x2 pixels é codificado com o mesmo valor de crominância.

O padrão MPEG-2 define três tipos de quadros: o quadro-I (Intra), o quadro-P (Predito), e o quadro-B (Bidirecional). O quadro-I é gerado somente com base na
10 informação contida na própria imagem, onde na extremidade de recepção, uma quadro-I pode ser usado para formar a imagem inteira. O quadro-P é formado tipicamente com base no quadro-I ou quadro-P precedente mais próximo, onde na fase receptora o quadro-I ou quadro-P precedente é correspondentemente usado junto com o quadro-P recebido. Por
15 exemplo, na composição dos quadros-P, a compensação de movimento é usada para comprimir a quantidade de informação. Os quadros-B são formados com base no quadro-I precedente e, um quadro seguinte P ou I. Correspondentemente, na fase receptora não é possível compor o quadro-B, até que os quadros precedentes e seguintes tenham sido recebidos. Além disso, na fase de transmissão a ordem dos quadros-P e B são alteradas,
20 onde o quadro-P a seguir o quadro-B-quadro são recebidos primeiro. Isto tende a apressar a reconstrução da imagem no receptor.

Os esquemas de codificação intra-quadro usado nas soluções da técnica anterior é ineficiente, onde a transmissão dos quadros intra-codificados é uma largura de
25 banda-excessiva. Isto limita o uso dos quadros chave codificados independentemente nas aplicações de codificação de imagem digital a uma baixa taxa de bits.

A presente invenção endereça o problema de como também reduzir a informação redundante nos dados de imagem e produzir uma codificação mais eficiente dos dados de imagem, introduzindo um esquema de predição espacial que envolve a predição dos valores de pixel, que oferecem uma possibilidade para predição de várias direções. Isto
30 permite uma predição eficiente das extremidades com orientações diferentes, resultando em

armazenagens na taxa de bits. O método de acordo com a invenção, também usa a seleção contexto-dependente dos métodos de predição adequados, os quais provêm outras armazenagens na taxa de bits.

5 A invenção introduz um método para executar uma predição espacial dos valores de pixel dentro de uma imagem. A descrição técnica deste documento introduz um método e um sistema para a predição espacial, que pode ser usada para a codificação de imagem imóvel baseada em bloco e para a codificação intra-quadro nos codificadores de vídeo baseados em bloco. Os elementos fundamentais da invenção são o uso dos métodos de predição múltiplos e a seleção contexto-dependente e a sinalização do método de predição
10 selecionado. O uso dos métodos de predição múltiplos e a seleção contexto-dependente e a sinalização dos métodos de predição permitem armazenagens significativas em uma taxa de bits a ser alcançada comparada com as soluções da técnica anterior.

É um objeto da presente invenção melhorar a codificação e a decodificação das imagens digitais, tal que a eficiência da codificação mais alta pode ser alcançada e, a
15 taxa de bits da imagem digital codificada também pode ser reduzida.

De acordo com a presente invenção, este objeto é alcançado por um codificador para executar a codificação predita espacialmente dos dados de imagem.

De acordo com o primeiro aspecto da invenção é provido um método para codificar uma imagem digital, onde a imagem digital é dividida em blocos, o método é
20 caracterizado pelo fato de que uma predição espacial para o bloco é executada para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, onde pelo menos um método de predição é definido, uma classificação é determinada para pelo menos um bloco vizinho do bloco a ser predito de acordo com os conteúdos do bloco vizinho, e um método de predição é selecionado para o bloco atual com base em pelo menos uma classificação.

25 De acordo com o segundo aspecto da invenção é provido um dispositivo para codificar uma imagem digital que é dividida em blocos, o dispositivo é caracterizado pelo fato de que compreende um dispositivo para executar a predição espacial para um bloco, para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, onde pelo menos um método de predição é definido, o dispositivo inclui também um dispositivo para determinar uma
30 classificação para pelo menos um bloco vizinho do bloco a ser predito de acordo com os

conteúdos do bloco vizinho, e dispositivo para selecionar um método de predição para o bloco atual com base em pelo menos uma classificação.

De acordo com o terceiro aspecto da invenção é provido um codificador que inclui um dispositivo para codificar uma imagem digital, e um dispositivo para dividir a
5 imagem digital em blocos, o codificador é caracterizado pelo fato de que compreende um dispositivo para executar a predição espacial para um bloco, para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, onde pelo menos um método de predição é definido, o codificador também compreende um dispositivo para determinar uma classificação para pelo menos um bloco vizinho do bloco a ser predito de acordo com os conteúdos do bloco
10 vizinho, e dispositivo para selecionar um método de predição para o bloco atual com base em pelo menos uma classificação.

De acordo com o quarto aspecto da invenção é provido um decodificador que compreende um dispositivo para decodificar uma imagem digital que é dividida em blocos, o decodificador é caracterizado pelo fato de que compreende um dispositivo para executar a
15 predição espacial para um bloco, para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, onde pelo menos um método de predição é definido, o decodificador também compreende um dispositivo para determinar uma classificação para pelo menos um bloco vizinho do bloco a ser predito de acordo com os conteúdos do bloco vizinho, e dispositivo para selecionar um método de predição para o bloco atual com base em pelo menos uma
20 classificação.

De acordo com o quinto aspecto da invenção é provido um codec que compreende um dispositivo para codificar uma imagem digital, um dispositivo para dividir a imagem digital em blocos, e um dispositivo para decodificar uma imagem digital, o codec é caracterizado pelo fato de que compreende um dispositivo para executar a predição
25 espacial para um bloco, para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, onde pelo menos um método de predição é definido, o codec também compreende um dispositivo para determinar uma classificação para pelo menos um bloco vizinho do bloco dito a ser predito de acordo com os conteúdos do bloco vizinho, e um dispositivo para selecionar um método de predição para o bloco atual com base em pelo menos uma classificação.

30 De acordo com o sexto aspecto da invenção é provido um terminal móvel que

compreende um dispositivo para codificar uma imagem digital, um dispositivo para dividir a imagem digital em blocos, e um dispositivo para decodificar uma imagem digital, o terminal é caracterizado pelo fato de que compreende um dispositivo para executar a predição espacial para um bloco, para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, onde pelo menos um método de predição é definido, o terminal móvel também compreende um dispositivo para determinar uma classificação para pelo menos um bloco vizinho do bloco a ser predito de acordo com os conteúdos do bloco vizinho, e um dispositivo para selecionar um método de predição para o bloco atual com base em pelo menos uma classificação.

10 De acordo com o sétimo aspecto da invenção é provido um dispositivo de armazenamento para armazenar um programa de computador que compreende uma máquina para executar os passos de codificar uma imagem digital, e de dividir a imagem digital em blocos, o dispositivo é caracterizado pelo fato de que compreende os passos de executar a predição espacial para um bloco, para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, onde pelo menos um método de predição é definido, os passos para determinar uma classificação para pelo menos um bloco vizinho do bloco a ser predito de acordo com os conteúdos do bloco vizinho, e os passos para selecionar um método de predição para o bloco atual com base em pelo menos uma classificação.

20 A invenção é baseada na idéia de que para executar a predição espacial dos valores de pixel para um bloco a ser codificado, os blocos decodificados adjacentes são examinados, para determinar se existe algum direcionamento nos conteúdos dos blocos adjacentes. Esta informação de direcionamento é usada então para classificar os blocos. Baseado na combinação das classes dos blocos adjacentes, os conteúdos (valor do pixel) do bloco atual são então preditos usando um método de predição satisfatório. O método de predição é sinalizado para o decodificador. A informação de erro de predição também é enviada se esta for eficiente fazer isso em uma distorção versus a detecção da taxa de bits.

25 Vantagens consideráveis são alcançadas com a presente invenção, quando comparado com soluções da técnica anterior. Usando o método de acordo com a invenção, é possível reduzir a quantidade de informação necessária ao transmitir as imagens em formato digital.

30

Em geral, o método de acordo com a invenção ainda pode ser aplicado para a codificação de imagem móvel baseado em bloco como também para a codificação intra-quadro em um codificador de imagem digital baseado em bloco.

Breve Descrição das Figuras

5 A seguir, a invenção será descrita em maiores detalhes com referência aos desenhos apensos, os quais:

Figura 1 – apresenta a estrutura do sistema de transmissão de imagem digital;

Figura 2 – ilustra o método de predição espacial da presente invenção na forma de um diagrama de blocos;

10 Figuras 3a—3c – apresenta uma ilustração dos blocos que são usados para a predição de acordo com uma incorporação vantajosa da presente invenção;

Figura 4 – apresenta o mapeamento de direcionamento das classes para as classes de contexto de acordo com uma incorporação vantajosa da presente invenção;

15 Figuras 5a—5p – apresentam uma ilustração dos pixels que são usados para a predição de acordo com uma incorporação vantajosa da presente invenção;

Figura 6 – apresenta uma sintaxe vantajosa do fluxo de bits usado na transmissão da informação de deslocamento,e;

Figura 7 – é uma representação esquemática de um dispositivo de comunicação portátil implementando o método de acordo com a invenção.

20 Descrição Detalhada da Invenção

O método de predição intra-quadro que é descrito nesta invenção, opera de uma maneira baseada em bloco e pode ser aplicado aos quadros de imagem que incluem os blocos NxM varridos, por exemplo, linha a linha, da esquerda para a direita e de cima para baixo. É óbvio que outras direções de escaneamento podem ser usadas em conexão com a presente invenção. A predição espacial é executada para cada bloco intra-codificado que usa os blocos previamente reconstruídos no mesmo quadro. O erro residual pode ser compactado, usando qualquer método adequado, por exemplo, usando DCT, como nos padrões atuais. Deveria ser apreciado que o método de acordo com a invenção pode ser aplicado igualmente bem a ambas as imagens, monocromática e colorida.

30 O sistema de acordo com a invenção consiste em duas partes principais, tal

como ilustrado na Figura 2. Primeiramente, seleção 17 contexto-dependente de um subconjunto satisfatório de métodos de predição é executada classificando os blocos reconstruídos vizinhos. Secundariamente, um bloco de predição é construído 18 usando um dos métodos de predição no subconjunto selecionado e o método de predição é sinalizado para o decodificador.

A seleção contexto-dependente de um subconjunto do método de predição inclui a classificação de direcionamento de possíveis blocos vizinhos, o mapeando de direcionamento das classes para a classe de contexto e a seleção contexto-dependente de um subconjunto do método de predição apropriado.

A seguir, a transmissão e a recepção dos quadros de imagem digital em um sistema de transmissão são descritos com referência ao dispositivo de transferência de imagem digital apresentado na Figura 1. O quadro atual chega no sistema de transmissão 1 como dados de entrada 2 fornecidos, por exemplo, como a saída de uma câmera de vídeo digital. O quadro atual pode ser provido em sua totalidade (isto é, um quadro completo que inclui blocos de imagem $N \times M$), onde o quadro é armazenado, ou o sistema de transmissão 1 pode receber os blocos de entrada de dados através do bloco. Os blocos do quadro são direcionados um por um ao somador 4, onde erro de predição de um bloco é calculado, por exemplo, subtraindo um bloco do quadro de um bloco predito. O erro de predição é codificado em um codificador 5 e decodificado em um decodificador 6. No somador 7 o erro de predição decodificado é somado com os blocos preditos e o resultado é armazenado na memória 8 do quadro. O estimador 3 de predição, onde a predição espacial é executada de acordo com o método da invenção, recebe os blocos a serem usados com a predição da memória 8 do quadro.

Para formar um bloco de predição novo, o estimador 3 de predição examina, se existe algum direcionamento nos possíveis blocos vizinhos do bloco atual. Este esquema é ilustrado na Figura 3a. A referência C denota o bloco atual, a referência L denota o primeiro bloco vizinho do bloco atual e a referência U denota o segundo bloco vizinho do bloco atual. Nesta incorporação vantajosa da invenção, o primeiro bloco vizinho está à esquerda do bloco atual C e o segundo bloco vizinho está acima do bloco atual C. Se a ordem de escaneamento for diferente da esquerda para a direita e de cima para baixo, o

primeiro bloco vizinho L e o segundo bloco vizinho U respectivamente não são necessariamente à esquerda de e acima do bloco atual C. Os blocos vizinhos L, U são blocos adjacentes para o bloco atual C que já foi reconstruído. Em algumas incorporações da invenção mais de dois blocos que podem ser classificados e usados para selecionar o método de predição para o bloco atual C. Porém, na descrição a seguir de uma incorporação preferida da invenção, um máximo de dois blocos vizinhos L, U são classificados para cada bloco C sob exame. Além disso, a classificação só é executada se um bloco vizinho L ou U existir. Se um bloco atual não tem qualquer bloco vizinho, é tratado como “Não-Intra” durante a seleção contexto-dependente dos métodos de predição, como será explicado mais adiante no texto.

A predição também pode ser implementada de tal modo que esta seja apenas executada usando os blocos intra-codificados reconstruídos. Neste caso, todos os blocos intra-codificados diferente são tratados como blocos “Não-Intra”.

O primeiro bloco vizinho L e o segundo bloco vizinho U são classificados de acordo com os detalhes de direcionamento dos detalhes da imagem dentro do bloco. Como ilustrado na Figura 2, o classificador de direcionamento 19 analisa o direcionamento do bloco vizinho usando os gradientes do valor de pixel. Como resultado, cada bloco vizinho é mapeado em uma classe de saída. Em uma incorporação vantajosa da invenção existem 11 classes de saída, mas é óbvio que o número de classes de saída pode variar. Vantajosamente, as classes de saída consistem em 8 classes de direcionamento D0 - D7 que corresponde as orientações delimitadas θ_k , $k = 0, 1, \dots, 7$ e 3 classes não-direcionais D8 - D10 que correspondem aos blocos planos, de textura fina e de textura grossa. Nas incorporações alternativas da invenção, o número de classes de direcionamento e o modo nos quais eles são definidos pode variar.

No sistema da figura 1, o estimador 3 de predição examina primeiro se o primeiro bloco vizinho L e/ou o segundo bloco vizinho U existem. Se qualquer um dos dois destes blocos não existir, o bloco vizinho é definido como um bloco C0 (Não-Intra), isto é o bloco atual C está na extremidade ou em um canto do quadro, ou na extremidade ou em um canto de uma área que consiste nos blocos Intra. Então, o estimador 3 de predição seleciona um método de predição satisfatório para o bloco atual C, como descrito depois nesta

descrição. Caso contrário, o estimador 3 de predição calcula a informação gradiente relativa ao bloco ou as blocos L, U.

Existem muitos métodos adequados para calcular a informação gradiente. A seguir, é descrito um método vantajoso. Primeiro, os gradientes direcionais absolutos comuns g_k , $k = 0, 1, \dots, 7$ de um bloco L, U são definidos como:

5

$$\begin{aligned}
 g_0 &= \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y)| \right) \\
 g_1 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x-1, y) + I(x-1, y+1)) \right| \right) \\
 g_2 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} |I(x, y) - I(x-1, y+1)| \right) \\
 g_3 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x-1, y+1) + I(x, y+1)) \right| \right) \\
 g_4 &= \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-1} |I(x, y) - I(x, y+1)| \right) \\
 g_5 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x, y+1) + I(x+1, y+1)) \right| \right) \\
 g_6 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y+1)| \right) \\
 g_7 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x+1, y) + I(x+1, y+1)) \right| \right) \quad (1)
 \end{aligned}$$

onde N é o tamanho do bloco e $I(x,y)$ representa os valores de intensidade de pixel. Os índices x e y referem-se às co-ordenadas de um pixel dentro do bloco e k representa as orientações delimitativas. O estimador 3 de predição calcula o valor gradiente g_k de acordo com a fórmula acima.

10

Usando os valores gradientes g_k , a relação do gradiente r_k , $k = 0, 1, \dots, 7$ são definidos como a relação entre o valor gradiente em uma direção determinada e o valor gradiente em uma direção ortogonal:

$$\begin{aligned}
 r_0 &= \frac{g_0}{g_4}, & r_1 &= \frac{g_1}{g_5}, & r_2 &= \frac{g_2}{g_6}, & r_3 &= \frac{g_3}{g_7} \\
 r_4 &= \frac{1}{r_0}, & r_5 &= \frac{1}{r_1}, & r_6 &= \frac{1}{r_2}, & r_7 &= \frac{1}{r_3}
 \end{aligned} \quad (2)$$

Baseado nos valores do gradiente absoluto g_k e das relações do gradiente r_k definidos em (1) e (2), a classificação do bloco é executada vantajosamente de acordo com a classificação a seguir nos passos 1-12 usando alguns valores numéricos como limiares. Este processo de classificação classifica cada um dos blocos vizinhos em um de um primeiro grupo de tipos bloco D0-D10. A presente invenção não é limitada aos valores usados no algoritmo, mas os valores usados no algoritmo nos passos seguintes é preferido. O método também pode ser aplicado a qualquer tamanho de bloco.

Nesta incorporação vantajosa da invenção, a fase de classificação inclui 13 passos, mas é óbvio que a classificação também pode incluir um número diferente de passos.

Passo 1

Neste passo o nivelamento do bloco é verificado. O estimador 3 de predição calcula o valor gradiente g_0 e g_4 . Estes correspondem aos valores de gradiente para os detalhes de imagem horizontal (0°) e vertical (90°). Se ambos o $g_0 \leq 2.0$ e $g_4 \leq 2.0$, o bloco é classificado como classe D8 e o processo de classificação inicial termina. Caso contrário, a classificação no passo 2 é executada.

Passo 2

Neste passo uma outra verificação para o nivelamento do bloco é executada. O resto dos valores gradientes g_k são calculados, e o valor máximo gradiente $g_{\max} = \max\{g_k\}$ é determinado. O valor máximo gradiente g_{\max} é comparado com 2.5. Se $g_{\max} \leq 2.5$, o bloco é classificado como classe D8 e o processo de classificação inicial termina. Caso contrário, o método continua no passo 3.

Passo 3

No passo 3 uma verificação para um direcionamento clara é executada. As relações de gradiente r_k são calculadas e a relação de gradiente mínimo $r_{\min} = \min\{r_k\}$ é determinado. Quando a relação de gradiente mínima é encontrada, o índice k_{\min} correspondente é definido. Se $r_{\min} \leq 0.15$, o bloco é classificado a classe correspondente $D_{k_{\min}}$ e o método continua no passo 12, caso contrário o método continua no passo 4.

Passo 4

No passo 4 uma verificação para textura é executada. A relação de gradiente

mínimo r_{\min} é comparado com 0.6. Se $r_{\min} \geq 0.6$, o método continua no passo 13, caso contrário o método continua no próximo passo.

Passo 5

5 No passo 5 as duas relações de gradiente menores são conferidas para determinar se elas são claramente distintas. As relações de gradiente r_k são ordenadas em ordem crescente $r_{(0)} \leq r_{(1)} \leq r_{(2)} \leq \dots \leq r_{(7)}$. Os índices da relação de gradiente também são reordenados de acordo com a ordem ordenado $k_{(0)}, k_{(1)}, k_{(2)}, \dots, k_{(7)}$. Se $r_{(1)} \leq r_{(0)} < 1/3 (r_{(2)} - r_{(1)})$ o sexto passo de classificação é executado logo, caso contrário o método continua no 10º passo de classificação.

10 Passo 6

No passo 6 a relação de gradiente menor é conferida para determinar se corresponde a classe de direcionamento D2 ou D6 e a relação de gradiente menor é bastante pequena. O estimador 3 de predição examina primeiro, se o índice da relação de gradiente $r_{(0)}$ é 2 ou 6, onde a primeira relação de gradiente $r_{(0)}$ é comparada com 0.6. Se $r_{(0)} \in \{r_k \mid k=2,6\}$ e $r_{(0)} < 0.6$, o bloco é classificado como a classe correspondente $Dk(0)$ e o método continua no passo 12. Caso contrário o método continua no passo 7.

Passo 7

20 No passo 7 o estimador 3 de predição examina primeiro se o índice da segunda relação de gradiente $r_{(1)}$ é 2 ou 6, onde a primeira relação de gradiente $r_{(0)}$ é comparada com 0.6. Se $r_{(0)} \in \{r_k \mid k=2,6\}$ e $r_{(0)} < 0.6$ o bloco é classificado como a classe correspondente $Dk(1)$ e o método continua no passo 12, caso contrário o método continua no Passo 8.

Passo 8

25 No passo 8 a relação de gradiente menor é conferida para determinar se esta corresponde a classe de direcionamento D1, D3, D5 ou D7 e a relação de gradiente menor é bastante pequena. A primeira relação de gradiente $r_{(0)}$ é comparada com 0.5. Se $r_{(0)} \in \{r_k \mid k=1,3,5,7\}$ e $r_{(0)} < 0.5$, o bloco é classificado como a classe correspondente $Dk(0)$ e o método continua no passo 12, caso contrário o método continua no passo 9.

Passo 9

30 No passo 9 a segunda relação de gradiente é conferida para determinar se esta

corresponde a classe de direcionamento D1, D3, D5 ou D7 e a relação de gradiente menor é bastante pequena. A primeira relação de gradiente $r_{(0)}$ é comparada com 0.5, se $r_{(0)} \in \{r_k \mid k=1,3,5,7\}$. Se $r_{(0)} < 0.5$, o bloco é classificado como a classe correspondente $Dk(1)$ e o método continua no passo 12. Caso contrário, o método continua no passo 10.

5 Passo 10

O direcionamento ainda não foi encontrada, então um valor de limiar superior (levemente) comparado com o valor usado no Passo 3 pode ser usado para verificar o direcionamento. Isto significa que um exame mais incerto é executado. O Passo 10 usa os valores de limiar T_1 definido na Tabela 1, abaixo. Os valores para T_1 são comparados com a primeira relação de gradiente. Se $r_{(0)} < T_1$ como definido na tabela 1, o bloco é classificado como a classe correspondente $Dk(0)$ e o método continua no passo 12. Caso contrário, o método continua no passo 11.

Relação de Orientação para $r_{(0)}$	T_1
$r_{(0)} \in \{r_k \mid k = 2,6\}$	0.5
$r_{(0)} \in \{r_k \mid k = 1,3,5,7\}$	0.4
$r_{(0)} \in \{r_k \mid k = 0,4\}$	0.3

Tabela 1

15 Passo 11

O direcionamento ainda não foi encontrada, então no passo 11 as três relações de gradiente menores são conferidas para determinar se elas são vizinhas e se a relação de gradiente menor está no meio. Neste caso um valor limiar mais alto ainda comparado com o valor de limiar usado no Passo 3 pode ser usado para conferir o direcionamento. Isto significa que um exame mais incerto é executado. O Passo 11 usa os valores de limiar T_2 definido abaixo na Tabela 2. Então, se os direcionamentos correspondem a segunda $r_{(1)}$ e a terceira $r_{(2)}$ relações de gradiente, estas são vizinhos próximos para a direcionamento que corresponde a primeira $r_{(0)}$ relação de gradiente e $r_{(0)} < T_2$ como definido na Tabela 2, o bloco é classificado como a classe correspondente $Dk(0)$ e o método continua no passo 12. Caso contrário o método continua no passo 13.

Relação de Orientação para $r_{(0)}$	T_2
$r_{(0)} \in \{r_k \mid k = 2,6\}$	0.6
$r_{(0)} \in \{r_k \mid k = 1,3,5,7\}$	0.5
$r_{(0)} \in \{r_k \mid k = 0,4\}$	0.4

Tabela 2

Passo 12

5 O Passo 12 executa uma verificação onde a classificação é realmente baseada em uma extremidade na imagem com uma certa orientação em lugar de textura. O Passo 12 usa os valores de limiar T_3 definido na Tabela 3, abaixo. Na Tabela 3 os valores para apenas dois possíveis tamanhos de bloco (8x8, 4x4) são mostrados, mas nas incorporações práticas outro bloco de tamanhos também pode existir, onde valores respectivos para T_3 são definidos. No passo 12 o de valor de gradiente mínimo $g_{\min} = \min\{g_k\}$ é examinado.

10 Dependendo da classificação e do tamanho do bloco, o limiar T_3 é escolhido na Tabela 3. Se $g_{\min} \leq T_3$ o processo de classificação inicial termina. Caso contrário, o método continua no passo 13.

Classificação do Bloco	T_3 para Bloco 4x4	T_3 para Bloco 8x8
D2 e D6	9.0	7.0
D1, D3, D5 and D7	11.5	9.0
D0, D4	14.0	11.0

Tabela 3

Passo 13

15 O Passo 13 executa uma verificação se a textura for fina ou grossa. O valor máximo do gradiente g_{\max} é comparado com 10.0. Se $g_{\max} \leq 10.0$, o bloco é classificado como D9. Caso contrário, o bloco é classificado como D10. O Passo 13 não é necessariamente necessário, se ambas as texturas fina e grossa são mapeadas na mesma classe de contexto.

20 A seguir a seleção 21 de um método de predição adequado é executado para o bloco atual C. Em uma incorporação preferida da invenção, a fase de seleção é precedida por uma fase de mapeamento. O propósito do mapeamento é reduzir o consumo de memória

da implementação. Algumas das classes de direcionamento podem ser mapeadas junto. As classes resultantes da fase de mapeamento são denominadas de classes de contexto e elas são referenciadas com as referências C1 - C6. Na incorporação preferida da invenção, as classes diagonais são combinadas à duas classes alternativas, uma para a diagonal inferior-esquerda para superior-direita e a outra para a diagonal superior-esquerda para inferior-direita.

5 As classes diagonais moderada e íngreme D5, D6 e D7 são mapeadas para a primeira classe de contexto diagonal C4. Semelhantemente, as classes D1, D2 e D3 são mapeadas para a segunda classe de contexto diagonal C2. Mais adiante, a classe de textura lisa D9 e classe de textura grossa D10 são mapeadas junto para produzir a classe de contexto de textura C6. Este mapeamento é ilustrado na Figura 4.

15 Em adição, as classes de contexto C1-C6 tem uma classe de contexto adicional C0 usada para os blocos “Não-Intra”. Em geral, o bloco “Não-Intra” é um bloco que não existe, isto é quando o bloco C está a um limite de imagem. Se a predição é implementada, de tal modo que apenas os blocos intra-codificados sejam usados como referência, a definição de um bloco “Não-Intra” é estendida a esses blocos que não são intra-codificados.

20 Na incorporação preferida da invenção, existem um total de 13 métodos de predição diferentes que são descritos nas Figuras 5a-5p para os blocos 8x8. Os métodos de predição para outros tamanhos de bloco e para classes de contexto podem ser derivados de uma mesma maneira. Em cada caso, a predição é executada de uma maneira causal, usando os blocos vizinhos intra-codificados reconstruídos L, U, UL, UR como referência. A região usada para a predição depende do método de predição, como descrito nas Figuras 3a e 3b, onde o bloco C é o bloco atual a ser codificado. No caso dos métodos de predição P1-P12, a região da qual os blocos podem ser usados para predição é a área coberta por quatro blocos vizinhos L, UL, U e R como mostrado na Figura 3b. Para o método de predição P13, esta região é maior, como descrito na Figura 3c. Deveria ser apreciado que em outras incorporações da invenção, o número de métodos de predição, os blocos usados como referências de predição, como também o pixels dentro destes blocos usados para executar a predição, pode variar.

25

30

Em uma incorporação vantajosa do método de acordo com a invenção, um subconjunto de métodos de predição para cada combinação de classe de contexto é definido e os métodos de predição são priorizados (enfileirados) em cada subconjunto. Então, o método de predição usado para prever o conteúdo do bloco atual C é selecionado de um subconjunto de métodos de predição. Os métodos de predição dentro de um subconjunto diferem um do outro e correspondem a esses métodos de predição, que são prováveis para prover uma predição precisa para o bloco C, no caso de classificações particulares que são obtidas para blocos vizinhos, tal como L e U. Uma definição vantajosa para os subconjuntos é apresentada na Tabela 4 abaixo.

10 Efetivamente, os resultados da classificação de contexto para o primeiro bloco vizinho L e para o segundo bloco vizinho U são combinados, isto é, ambos levam em consideração ao selecionar um método de predição para o bloco C. O subconjunto de métodos de predição é selecionado da Tabela 4 de acordo com a informação de contexto dos blocos vizinhos L, U. Cada linha da Tabela 4 define um subconjunto do método de predição para um certo par de classes de contexto para os blocos vizinhos L, U e a prioridade (grau) dos métodos de predição no subconjunto. O enfileiramento é usado para simplificar a sinalização contexto-dependente dos métodos de predição, como descrito após nesta descrição. Por exemplo, se o primeiro bloco vizinho L é classificado em uma classe de contexto C2 e o segundo bloco vizinho U é classificado na classe de contexto C4, o subconjunto para esta combinação inclui os métodos de predição P1, P9, P5, P13, P7 e P6 (na ordem de classificação). O estimador predição 3 seleciona o método de predição mais apropriado deste subconjunto, como detalhado a seguir nesta descrição.

		Posição dos Métodos de Predição					
Classe L	Classe U	Posição 1	Posição 2	Posição 3	Posição 4	Posição 5	Posição 6
C0	C0	P1	P5	P11	P9	P8	P4
	C1	P1	P9	P5	P8	P2	P13
	C2	P1	P5	P2	P13	P11	P3
	C3	P5	P13	P1	P9	P12	P7
	C4	P1	P8	P5	P9	P6	P7
	C5	P1	P8	P5	P3	P2	P10
	C6	P1	P5	P9	P13	P8	P12
C1	C0	P9	P1	P2	P13	P8	P10
	C1	P9	P1	P13	P2	P5	P10
	C2	P9	P1	P2	P5	P3	P11
	C3	P9	P5	P1	P13	P4	P11
	C4	P9	P1	P13	P5	P3	P7
	C5	P9	P1	P13	P2	P8	P10
	C6	P9	P1	P13	P5	P11	P2
C2	C0	P1	P9	P10	P11	P12	P7
	C1	P9	P1	P10	P5	P11	P2
	C2	P1	P11	P10	P2	P3	P12
	C3	P5	P1	P11	P9	P4	P13
	C4	P1	P9	P5	P13	P7	P6
	C5	P1	P9	P10	P11	P2	P7
	C6	P1	P11	P9	P5	P12	P10
C3	C0	P5	P1	P12	P9	P13	P7
	C1	P1	P9	P5	P13	P3	P11
	C2	P5	P1	P9	P4	P13	P3
	C3	P5	P1	P13	P9	P12	P11
	C4	P1	P5	P9	P6	P13	P7
	C5	P1	P5	P9	P13	P3	P6
	C6	P5	P1	P11	P13	P9	P12
C4	C0	P1	P9	P7	P8	P6	P13
	C1	P9	P1	P5	P13	P8	P7
	C2	P1	P5	P9	P13	P7	P11
	C3	P5	P1	P13	P9	P7	P11
	C4	P1	P13	P7	P9	P5	P8
	C5	P1	P7	P9	P13	P8	P4
	C6	P1	P9	P13	P5	P7	P8
C5	C0	P1	P9	P10	P11	P6	P7
	C1	P1	P9	P5	P8	P10	P13
	C2	P1	P5	P11	P4	P13	P10
	C3	P5	P1	P13	P10	P6	P4
	C4	P1	P8	P5	P13	P10	P7
	C5	P1	P9	P3	P5	P8	P13
	C6	P1	P9	P5	P13	P10	P8
C6	C0	P1	P9	P2	P5	P6	P11
	C1	P9	P1	P5	P13	P2	P3
	C2	P1	P9	P5	P13	P2	P11
	C3	P5	P1	P9	P13	P12	P11
	C4	P1	P9	P5	P10	P7	P13
	C5	P1	P9	P13	P2	P5	P7
	C6	P1	P9	P5	P13	P11	P12

Tabela 4

A seguir, os métodos de predição definidos são descritos em maiores detalhes.

Método de predição P1

O método de predição P1 prediz o valor do pixel comum do bloco C dos valores de pixel comuns dos blocos L, UL, U e UR. O valor de pixel comum dL, dUL e dU dos blocos L, UL, e U reconstruídos que são calculados como uma divisão de inteiros definida como:

5

$$d = \left(\sum_{x=0, y=0}^{N-1, N-1} I(x, y) + \frac{1}{2} N^2 \right) // N^2 \quad (3)$$

onde N é o tamanho do bloco, I(x,y) representa os valores de intensidade do pixel e " // " denota divisão com truncamento para um valor inteiro. O valor de pixel comum dC do bloco C é predito de acordo com um grupo de regras a seguir (que são descritos abaixo na forma de pseudo-código):

10

se todos os blocos L, U e UL existem, então,

se dL = dU = dUL então dC = dUL

senão se dUL = dU então dC = dL

senão se dUL = dL então dC = dU

senão se dL = dU então

15

se predição de chrominance então dC = dL

senão se | dUL - dL | < 4 então dC = s(dL + dU - dUL)

senão dC = dL

senão se dUL < dL < dU então dC = dU

senão se dUL < dU < dL então dC = dL

20

senão se dU < dL < dUL então dC = dU

senão se dL < dU < dUL então dC = dL

senão se dL < dUL < dU OU dU < dUL < dL então

dC = s(dL + dU - dUL)

senão se blocos L e U existem dC então = (dL + dU + 1) // 2

25

senão se blocos L e UL existem dC então = dL

senão se blocos U e UL existem dC então = dU

senão se bloco L existe dC então = dL

senão se bloco U existe dC então = dU

senão se bloco UL existe dC então = dUL

senão $dC = p$

5 onde p é um valor que está no meio de um possível gama do valor de pixel, por exemplo 128," // " denota a divisão com truncamento e s é uma função cortante que restringe os valores à uma possível gama de valores de pixel, por exemplo, entre 0 e 255 em um sistema que usa uma representação dos valores de luminância/crominância de 8 bits. Como resultado, o bloco de predição para C é preenchido com os pixels que possuem um
10 valor constante dado por dC . O método de predição P1 é ilustrado na Figura 5a.

Método de predição P2-P4

Os métodos de predição P2-P4 predizem as formas diagonais no bloco C estendendo os detalhes da imagem da direção superior direita no bloco C . A predição é executada copiando os valores do pixel de referência nos limites dos blocos U e UR no
15 bloco C , como descrito nas Figuras 5b, 5c, 5d, respectivamente. Os pixels de referência que são marcados em cinza são conectados a um ou mais pixels preditos. A conexão é marcada como linha com pontos para indicar os pixels predito conectados, o valor do pixel de referência é copiado para todos os pixels preditos conectados.

Desde que um ou mais blocos de referência possam estar indisponíveis, isto
20 é, a classe de contexto deles pode ser $C0$, a predição é executada de acordo com regras a seguir.

Regra 1

Se ambos os blocos, U e UR , são classificados em uma das classes $C1 - C6$, a predição do pixel é executada como mostrado nas Figuras 5b, 5c e 5d respectivamente. Para
25 o método de predição P2 (Figura 5b), os pixels sem qualquer pixel de referência correspondente no bloco UR são alocados vantajosamente ao valor do pixel de referência de mais a direita no bloco UR .

Regra 2

Se o bloco U é classificado em uma das classes $C1 - C6$ e bloco UR é
30 classificado como $C0$, a predição de pixel é executada como mostrado nas Figuras 5b, 5c e

5d para os pixels que tem um pixel de referência no bloco U. O resto dos pixels é fixado vantajosamente ao valor do pixel no canto mais baixo à direita do bloco de referência U.

Regra 3

5 Se o bloco U for classificado como C0, o bloco atual C é vantajosamente preenchido com os pixels que possuem um valor constante que está substancialmente no meio de uma possível gama dinâmica de valores de pixel, por exemplo, 128 (em um sistema, que usa os valores de representação de luminância/crominância de 8 bits).

Método de predição P5 e P9

10 Os métodos de predição P5 (Figura 5e) e P9 (Figura 5i) predizem as formas verticais e horizontais no bloco atual C, estendendo os detalhes de imagem no bloco atual C, ou de cima ou da esquerda. Dependendo do método selecionado (P5 ou P9), os valores do pixel de referência no limite de ou do bloco U ou L são copiados para o bloco atual C como descrito nas Figuras 5e e 5i.

15 Se a classe de contexto do bloco de referência é C0, o bloco atual C é vantajosamente preenchido com os pixels que possuem um valor constante que está substancialmente no meio de uma possível gama dinâmica de valores de pixel, por exemplo, 128 (em um sistema, que usa os valores de representação de luminância/crominância de 8 bits).

Método de predição P6, P7 e P8

20 Os métodos de predição P6, P7 e P8 predizem as formas diagonais no bloco atual C estendendo os detalhes de imagem da direção da esquerda superior no bloco atual C como descrito nas Figuras 5f, 5g e 5h, respectivamente. A predição é executada copiando os valores do pixel de referência nos limites dos blocos L, UL e U no bloco atual C de acordo com regras seguintes.

Regra 1

25 Se todos os blocos L, UL e U forem classificados em uma das classes C1 - C6, a predição do pixel para o bloco atual C é executado como ilustrado nas Figuras 5f, 5g e 5h.

Regra 2

30 Se os blocos UL e U são classificados em uma das classes C1 - C6 e o bloco

L for classificado como C0, a predição do pixel para o bloco atual C é executado como mostrado nas Figuras 5f, 5g e 5h para esses pixels do bloco atual C que possuem um valor de pixel de referência nos blocos UL e U. O pixels restantes no bloco atual C são nomeados vantajosamente, o valor do pixel no canto mais baixo a esquerda da área do pixel de referência no bloco UL.

5

Regra 3

Se os blocos L e UL são classificados em uma das classes C1 - C6 e o bloco U for classificado como C0, a predição de pixel para o bloco atual C é executado, como mostrado nas Figuras 5f, 5g e 5h para esses pixels do bloco atual C que tem um pixel de referência nos blocos L e UL. Os pixels restantes no bloco atual C são nomeados vantajosamente, o valor do pixel no canto superior a direita da área de pixel de referência no bloco UL.

10

Regra 4

Se os blocos L e U são classificados em uma das classes C1 - C6 e o bloco UL é classificado como C0, a predição de pixel para o bloco atual C é executado, como mostrado nas Figuras 5f, 5g e 5h para esses pixels do bloco atual C, que tem um pixel de referência nos blocos L e U. Os pixels com o pixel de referência no bloco UL são preditos como apresentado nas Figuras 5n, 5o e 5p. No caso do método P7, o valor do pixel predito é a média dos dois valores de pixel de referência arredondada ao valor mais próximo do inteiro, como indicado na Figura 5a .

15

20

Regra 5

Se o bloco L é classificado em uma das classes C1 - C6 e os blocos UL e U são classificados como C0, a predição de pixel para o bloco atual C é executado, como mostrado nas Figuras 5f, 5g e 5h para esses pixels do bloco atual C que tem um pixel de referência no bloco L. Os pixels restantes no bloco atual C são nomeados vantajosamente, o valor do pixel no canto superior a direita da área de pixel de referência no bloco L.

25

Regra 6

Se o bloco UL é classificado em uma das classes C1 - C6 e os blocos L e U são classificados como C0, a predição de pixel para o bloco atual C é executada, como mostrado nas Figuras 5f, 5g e 5h para esses pixels do bloco atual C, que tem um pixel de

30

referência nos blocos UL. Os pixels do bloco atual C que têm um pixel de referência no bloco L vantajosamente designados para o valor do pixel de referência de inferior/esquerda no bloco UL. Os pixels do bloco atual C que têm um pixel de referência no bloco U são designados para o valor do pixel de referência de superior/direita no bloco UL.

5 Regra 7

Se o bloco U é classificado em uma das classes C1 - C6 e os blocos L e UL são classificados como C0, a predição de pixel para o bloco atual C é executado como mostrado nas Figuras 5f, 5g e 5h para esses pixels do bloco atual C, que tem um pixel de referência no bloco U. Os pixels restantes do bloco atual C são nomeados vantajosamente para o valor do pixel no canto mais baixo esquerdo da área de pixel de referência no bloco U.

10

Regra 8

Se todos os blocos L, UL e L são classificados como C0, o bloco atual C é vantajosamente preenchido com os pixels que tem um valor constante que está substancialmente no meio de uma possível gama dinâmica de valores de pixel, por exemplo, 128 (em um sistema, usa os valores de representação de luminância/crominância de 8 bits).

15

Método de predição P10, P11 e P12

Os métodos de predição P10 - P12 predizem as formas diagonais no bloco atual C estendendo os detalhes de imagem da esquerda no bloco atual C, como descrito nas Figuras 5j, 5k e 5l, respectivamente. A predição é executada copiando o valor do pixel de referência no limite do bloco L no bloco atual C de acordo com regras seguintes.

20

Regra 1

Se o bloco L é classificado em uma das classes C1 - C6, a predição de pixel para o bloco atual C é executada como ilustrado nas Figuras 5j, 5k e 5l. Os pixels do bloco atual C sem o pixel de referência no bloco L são vantajosamente preenchidos com o valor do pixel no canto mais baixo a direita da área de pixel de referência.

25

Regra 2

Se o bloco L é classificado como C0, o bloco atual C é vantajosamente preenchido com os pixels que tem um valor constante que está substancialmente no meio de

30

uma possível gama de valores de pixel, por exemplo 128 (em um sistema, que usa os valores de representação luminância/crominância de 8 bits).

Método de predição P13

5 O método de predição P13 prediz o conteúdo do bloco atual C do conteúdo de imagem vizinho examinando se lá existe uma gama de pixels que tem os valores que substancialmente correspondem aos valores de pixel do bloco atual C. A predição do bloco atual C é executado copiando os valores de pixel reconstruídos de um bloco de referência B que está dentro de uma gama de procura SR como descrito na Figura 5m. A gama de procura SR é definida através das listas de deslocamentos horizontal (x) e vertical (y). Cada par de valores (x, y) de deslocamento horizontal e de deslocamento vertical correspondente 10 definem um vetor de deslocamento entre as coordenadas de canto esquerdo superior do bloco atual C e do canto esquerdo superior do bloco de referência B. A predição só é permitida para esses deslocamentos que correspondem ao bloco de referência B que está completamente dentro da parte reconstruída do quadro. Exemplos de pares de deslocamento 15 que usam 512 deslocamentos para os blocos 8x8 são apresentados nas Tabelas 9a e 9b. Neste exemplo a ordem do escaneamento das tabelas é do superior-esquerda para a inferior-direita coluna por coluna. Nas incorporações alternativas da invenção, a gama de procura pode ser diferente da descrita na Figura 5m e/ou o deslocamento entre o bloco de referência B e o bloco atual podem ser definidos diferentemente.

20 A lista de deslocamentos permitidos é conhecida do codificador e do decodificador, permitindo uma sinalização contexto-dependente da localização do bloco de referência selecionado.

Existem muitos modos alternativos para selecionar o método de predição de um subconjunto de métodos de predição. Por exemplo, uma função de custo pode ser definida para avaliar a efetividade dos métodos de predição diferentes do subconjunto a ser usado. A função de custo pode ser calculada com base na informação relativa ao erro incorrido ao predizer um bloco atual C, usando um método de predição particular. Este erro denota as diferenças entre os valores de pixel atuais e os valores de pixel reconstruídos. Tipicamente, os valores de erro para cada pixel no bloco atual C são quadrados e somados 25 para produzir uma medida de erro quadrada para o bloco inteiro junto. A função de custo 30

também pode incluir a informação relativa ao número de bits, isto é, a taxa de bits necessária para transferir a informação para o receptor. Os elementos da função de custo, particularmente taxa de bits, também pode ser ponderada para os enfatizar. Um exemplo de uma função de custo é:

$$C_x = D + \lambda R, \quad (4)$$

5 onde o valor C_x é definido como uma soma ponderada da distorção D e taxa R associada com cada um dos métodos de predição e λ é o fator de ponderação. Se o sistema de transmissão for faixa limitada, o valor de ponderação é tipicamente maior que se a largura de banda for larga. Os valores para a fórmula (4) são calculados para os métodos de predição diferentes e, preferivelmente o método de predição que tem o menor valor para a
10 função de custo que é selecionada.

Adicionalmente, as informações de erro de predição também podem ser codificadas antes da transmissão ao receptor. Vantajosamente, existe um subconjunto de métodos de codificação definidos para cada método de predição. Especificamente, o método de codificação poderia ser escolhido para minimizar o número de bits exigido para codificar
15 o erro de predição. Por exemplo, a efetividade (taxa de bits) do método de codificação é examinado.

Se o erro de predição for relativamente pequeno, pode não ser necessário transmitir a informação de erro toda.

20 Recorrendo mais uma vez às Figuras 1 e 2, uma vez que o método de predição satisfatório foi selecionado para predizer o bloco atual C , o estimador 3 de predição executa a predição 22 espacial de acordo com o método de predição selecionado. O estimador 3 de predição direciona o bloco reconstruído para o somador 4 onde o bloco reconstruído é subtraído dos conteúdos atuais do bloco atual C , para produzir a informação de erro de predição para o bloco atual.

25 O codificador 1 envia 23 a informação sobre o método de predição selecionado para o multiplexador 9, que é acompanhado através da informação de deslocamento, se o método P13 for usado. Vantajosamente, o método de predição selecionado é indicado por sua posição no subconjunto dos métodos de predição apropriados para a combinação particular dos blocos vizinhos (U , L) em questão.

Codificando a informação é vantajosamente executada usando uma codificação de comprimento variável.

5 A informação é transmitida ao receptor 10, onde o demultiplexador 11 demultiplexa a informação recebida. No receptor 10 a informação de predição é dirigida ao preditor 16. O receptor 10 também inclui uma memória 14 de quadro, onde os blocos previamente reconstruídos são armazenados. Quando um bloco codificado novo chega ao receptor, o preditor 16 executa os passos de classificação para os blocos vizinhos U, L do bloco atual C recebido para os classificar nas classes de direcionamento, como previamente descrito. Então o preditor 16 leva o mapeamento da informação de classificação nas classes de contexto C1 - C6. Após, o preditor 16 também examina o grau do método de predição. O receptor 10 contém a informação das Tabelas 4 e 5, onde o preditor 16 pode determinar o método de predição correto de acordo com a combinação da classe de contexto e a posição.

15 Quando o método de predição foi determinado, o preditor 16 pode reconstruir o bloco atual C e pode salvar este na memória 14 de quadro. Em uma situação onde informação de erro de predição também é recebida, a informação é primeiro decodificada no decodificador 12, se necessário, e combinada com os valores de pixel do bloco reconstruído C. Agora, o bloco atual C está pronto para ser dirigido à saída 15 do receptor.

20 Se o método de predição do bloco atual C é P13, a reconstrução do bloco atual C é executado de uma maneira ligeiramente diferente. Neste caso, o receptor 10 tem também que decodificar a informação de deslocamento, onde a informação de deslocamento é usada para copiar os valores de pixel do bloco atual C dos valores de pixel previamente reconstruídos na memória 14 de quadro.

25 A sinalização do método de predição é vantajosamente baseada nos códigos contexto-dependentes definidos na Tabela 5. Depois de selecionar o método de predição apropriado, o codificador 1 envia uma palavra-código de comprimento variável que corresponde ao grau do método de predição selecionado no subconjunto contexto-dependente. São listados exemplos vantajosos de palavras-código de comprimento variável que representa cada grau do método de predição na Tabela 5. Por exemplo, se o primeiro bloco vizinho L é classificado na classe de contexto C3 e o segundo bloco de vizinho U é

30

classificado na classe de contexto C1, e o método de predição P9 é selecionado do subconjunto dos métodos de predição para esta combinação, o grau respectivo é 2. Então, a palavra código que corresponde a este grau é " 01 ".

Posição	Código	Comprimento
1	1	1
2	01	2
3	0000	4
4	0001	4
5	0010	4
6	0011	4

Tabela 5

5 O receptor 10 está atento aos conteúdos da Tabela 4, isto é. sabe qual o método de predição corresponde a cada uma das posições em todo possível contexto (combinação de classes para os blocos vizinhos L e U). Desde que o receptor 10 possa derivar a mesma informação de contexto como o estimador 3 de predição, o receptor 10 pode associar a posição representada pelo palavra código recebida para corrigir o método de

10 predição e executar a predição espacial para o bloco C de acordo com o método.

Em uma incorporação vantajosa da invenção, a sinalização dos deslocamentos horizontais e verticais associados com método de predição P13 é executada como a seguir:

Passo 1

15 Estes pares de deslocamentos horizontais e verticais $(X(i), Y(i))$ que correspondem aos blocos de referência B que ficam parcialmente ou completamente fora do quadro são eliminados da lista ordenada das Tabelas 9a, 9b. O número de pares válidos é denotado por N_v e a lista ordenada dos pares válidos que são retidos depois da eliminação é denotada por L_v .

20 Passo 2

A posição r (que é um de $1, 2, \dots, N_v$) correspondendo ao bloco B escolhido dentro da lista L_v criada no Passo 1 é calculada.

Passo 3

Baseado no valor da posição r determinada no Passo 2 o valor índice₁ é

calculado de acordo com a Tabela 6.

Passo 4

O índice₂ do valor = $r - \text{OffsetBaixo}(\text{índice}_1)$ é calculado usando os valores listados na Tabela 6.

5

Taxa para a posição r	índice ₁	Offsetbaixo (índice ₁)	OffsetAlto (índice ₁)	AuxCompr. (índice ₁)
1, ..., 2	1	1	2	1
3, ..., 4	2	3	4	1
5, ..., 6	3	5	6	1
7, ..., 8	4	7	8	1
9, ..., 12	5	9	12	2
13, ..., 16	6	13	16	2
17, ..., 24	7	17	24	3
25, ..., 32	8	25	32	3
33, ..., 48	9	33	48	4
49, ..., 64	10	49	64	4
65, ..., 96	11	65	96	5
97, ..., 128	12	97	128	5
129, ..., 192	13	129	192	6
193, ..., 256	14	193	256	6
257, ..., 384	15	257	384	7
385, ..., 512	16	385	512	7

Tabela 6

Passo 5

A seguir, os bits variáveis são calculados como a seguir. Se $N_v < \text{OffsetAlto}(\text{índice}_1)$, é computado o valor para os bits variáveis usando vantajosamente os a
 10 fórmula $\text{bits} = \lceil \log_2(1 + N_v - \text{OffsetBaixo}(\text{índice}_1)) \rceil$, onde $\lceil x \rceil$ denota o inteiro mais próximo $\geq x$. Caso contrário, $\text{bits} = \text{AuxCompr}(\text{índice}_1)$.

Passo 6

Dependendo do valor de N_v a variável cujo substituto-manuscrito é índice₁ é codificada usando a Codificação de Comprimento Variável correspondente obtido na Tabela
 15 7 e na Tabela 8. Esta palavra código é transmitida ao decodificador que é ilustrado com o bloco CW1 na Figura 6.

Passo 7

Se os bits variáveis são não zero, a representação binária de índice₂ usa os vários bits que correspondem ao valor dos bits variáveis e esta palavra código é codificada e
 20 é transmitida ao receptor que é ilustrado com o bloco CW2 na Figura 6.

N_V na área 1, ..., 16			N_V na área 17, ..., 32			N_V na área 33, ..., 64		
VLC _A			VLC _B			VLC _C		
Símbolo	Comprimento	Código	Símbolo	Comprimento	Código	Símbolo	Comprimento	Código
A ₁	2	11	B ₁	1	1	C ₁	2	11
A ₂	3	001	B ₂	2	01	C ₂	3	101
A ₃	2	10	B ₃	4	0011	C ₃	4	0011
A ₄	4	0001	B ₄	4	0010	C ₄	5	00001
A ₅	2	01	B ₅	5	00011	C ₅	3	100
A ₆	4	0000	B ₆	5	00010	C ₆	4	0010
			B ₇	5	00001	C ₇	4	0001
			B ₈	5	00000	C ₈	5	00000
						C ₉	3	011
						C ₁₀	3	010

Tabela 7

N_V na área 65, ..., 128			N_V na área 129, ..., 256			N_V na área 257, ..., 512		
VLC _D			VLC _E			VLC _F		
Símbolo	Comprimento	Código	Símbolo	Comprimento	Código	Símbolo	Comprimento	Código
D ₁	2	11	E ₁	2	11	F ₁	3	111
D ₂	3	101	E ₂	3	101	F ₂	4	1011
D ₃	5	00001	E ₃	4	0111	F ₃	4	1010
D ₄	5	00000	E ₄	5	00011	F ₄	6	000001
D ₅	4	0111	E ₅	4	0110	F ₅	4	1001
D ₆	4	0110	E ₆	5	00010	F ₆	5	00001
D ₇	3	100	E ₇	4	0101	F ₇	4	1000
D ₈	4	101	E ₈	4	0100	F ₈	4	0111
D ₉	4	0100	E ₉	3	100	F ₉	4	0110
D ₁₀	4	0011	E ₁₀	4	0011	F ₁₀	4	0101
D ₁₁	4	0010	E ₁₁	4	0010	F ₁₁	4	0100
D ₁₂	4	0001	E ₁₂	5	00001	F ₁₂	4	0011
			E ₁₃	6	000001	F ₁₃	3	110
			E ₁₄	6	000000	F ₁₄	4	0010
						F ₁₅	4	0001
						F ₁₆	6	000000

Tabela 8

X[512] =

-8	-8	-8	-1	-10	-8	0	1	-16	-9	-8	-8	-18	-8	-12	-11
-14	-11	-19	-15	-10	-10	-9	-16	-9	-9	-14	-13	-13	-2	-12	-11
-8	3	-15	0	-19	-15	-3	0	-10	11	2	-13	-11	0	-12	-19
1	-18	-17	-11	-10	-14	-1	18	-7	-5	-12	-10	-8	-13	-9	-9
0	-14	21	5	-3	10	-10	-15	-14	-13	19	-11	-10	-11	14	0
-19	-13	-16	4	-12	-4	-16	3	12	-13	-19	7	-19	-13	-4	-15
-10	1	-12	-17	0	0	-16	-16	-15	-11	1	-16	-18	-12	-8	-18
-15	-6	0	-13	-18	-2	16	17	-12	-9	2	8	-12	16	18	-9
-19	-19	4	-11	-18	-18	0	15	15	19	-6	-14	16	14	-16	8
-16	-17	13	0	-1	-12	16	-17	-8	-16	-16	-1	-15	-1	-18	-17
5	6	4	8	5	-11	-16	-2	-7	2	-14	4	-17	-13	-2	13
-5	-18	-19	-17	-9	-6	-16	13	-15	0	13	-19	6	-5	-14	-5
1	-19	-1	-17	-12	-13	-6	12	-8	-13	-14	3	17	-14	-14	-11
12	-1	5	-11	-2	-4	3	-1	-2	5	-9	1	-12	14	9	1
-9	20	-19	18	-17	-1	-12	-3	4	-17	13	-12	-17	-5	-4	-17
-4	-8	9	1	-15	8	7	-1	13	8	-3	-6	-3	-12	-16	-13
-5	16	-13	15	-19	-15	2	12	11	-15	14	-15	-5	7	11	-15
-4	20	-7	4	17	15	-14	3	-10	-14	-15	-15	14	1	-11	12
10	14	5	13	-9	-3	-12	17	-17	-11	9	-3	-1	3	11	-18
-18	-8	-3	7	-4	-13	-14	-17	8	8	-10	-6	16	-7	19	-8
1	-10	19	6	10	4	13	20	3	8	-18	4	15	1	-8	-11
-2	-6	3	6	-14	9	-16	-2	-14	9	6	-7	-17	7	6	16
-13	5	5	4	-10	-3	-13	10	17	2	6	11	-13	-9	-16	-14
-7	-2	6	-18	9	-8	-11	-7	-7	8	5	9	-3	6	-12	-7
-4	12	12	-8	-6	-9	-11	12	-5	12	-11	4	-14	8	10	5
19	-4	-12	-2	-3	-4	7	12	14	15	-6	7	7	4	11	11
-18	-6	-7	18	10	-10	-10	2	-1	-10	-8	2	-9	13	11	11
17	15	13	2	10	-7	-10	14	-2	4	5	12	-3	-4	17	-5
7	10	13	3	6	-6	-6	-11	9	9	2	-9	-12	3	-9	-10
6	3	14	11	9	8	-5	-7	10	7	-12	14	1	5	-13	2
-11	18	11	12	-4	-5	-9	-10	-9	16	7	15	9	9	10	2
18	10	8	10	15	-15	3	-5	-9	7	-2	2	9	6	11	-10

Tabela 9a

Y[512] =

-1	-2	-3	-8	-2	0	-8	-8	0	-2	-4	-6	0	-5	0	-2
0	0	-1	0	-1	0	-4	-1	-1	0	-3	-2	0	-8	-2	-1
-7	-8	-2	-14	0	-4	-8	-18	-7	-8	-8	-3	-5	-16	-1	-4
-19	-13	0	-8	-6	-2	-19	-8	-8	-8	-9	-4	-8	-1	-5	-3
-15	-6	-8	-8	-9	-8	-3	-5	-8	-6	-10	-3	-5	-4	-8	-12
-7	-10	-15	-8	-4	-8	-2	-9	-9	-5	-10	-8	-3	-11	-9	-6
-8	-11	-7	-3	-10	-13	-8	-3	-3	-6	-16	-12	-3	-3	-9	-4
-1	-8	-9	-7	-5	-10	-8	-8	-5	-7	-9	-8	-6	-9	-13	-6
-2	-5	-9	-9	-1	-10	-11	-16	-8	-9	-9	-4	-12	-10	-4	-9
-5	-4	-10	-17	-16	-19	-11	-6	-19	-9	-10	-9	-16	-12	-8	-8
-19	-8	-17	-19	-10	-7	-11	-14	-19	-10	-1	-19	-2	-8	-9	-11
-19	-7	-8	-1	-8	-19	-7	-16	-8	-19	-9	-11	-9	-10	-11	-12
-18	-6	-11	-11	-10	-14	-10	-19	-18	-18	-10	-16	-12	-5	-7	-12
-8	-18	-17	-15	-12	-19	-18	-10	-11	-9	-10	-13	-13	-11	-8	-12
-15	-9	-9	-10	-10	-17	-12	-16	-12	-14	-8	-8	-7	-9	-17	-12
-12	-16	-16	-9	-11	-17	-19	-14	-18	-16	-12	-14	-15	-18	-6	-4
-17	-10	-9	-9	-12	-14	-12	-10	-19	-12	-17	-7	-11	-12	-16	-9
-13	-8	-9	-16	-14	-10	-13	-11	-14	-12	-10	-13	-16	-10	-19	-13
-12	-12	-15	-17	-16	-10	-17	-10	-5	-16	-18	-18	-13	-19	-9	-6
-2	-17	-19	-11	-10	-15	-15	-13	-14	-18	-19	-17	-15	-13	-8	-14
-14	-11	-12	-14	-11	-13	-14	-10	-10	-10	-9	-14	-12	-17	-10	-18
-13	-12	-17	-18	-14	-10	-14	-19	-9	-12	-10	-11	-9	-9	-16	-14
-13	-16	-12	-10	-9	-14	-12	-15	-13	-16	-12	-18	-17	-13	-13	-16
-12	-15	-17	-11	-17	-15	-13	-15	-17	-15	-11	-15	-17	-11	-14	-14
-14	-14	-15	-13	-16	-18	-17	-16	-15	-17	-14	-15	-17	-13	-19	-13
-11	-16	-16	-16	-11	-15	-15	-12	-9	-13	-18	-16	-13	-18	-17	-10
-12	-11	-10	-12	-9	-15	-13	-14	-15	-17	-11	-18	-9	-13	-14	-15
-11	-11	-15	-11	-17	-16	-12	-15	-18	-11	-14	-18	-13	-18	-9	-13
-17	-14	-12	-14	-19	-13	-15	-10	-9	-12	-19	-17	-15	-12	-14	-16
-15	-15	-14	-11	-11	-11	-14	-18	-10	-10	-11	-13	-15	-18	-16	-15
-11	-11	-12	-11	-11	-16	-11	-10	-12	-13	-14	-14	-14	-19	-16	-13
-9	-18	-12	-13	-15	-15	-13	-18	-19	-18	-17	-17	-13	-13	-13	-18

Tabela 9b

Considerando que o decodificador pode derivar uma lista ordenada de vetores de deslocamento válidos, e pode associar a posição representada pela palavra código recebida com o vetor de deslocamento correto.

5 O bloco que transporta o método de predição de acordo com a invenção é implementado particularmente e vantajosamente em um processador de sinal digital ou em um dispositivo de propósito geral correspondente, adequado para o processamento de sinais digitais que podem ser programados para aplicar as funções de processamento predeterminada para os sinais recebidos como dados de entrada. As medidas de acordo com a invenção podem ser transportadas em um processador de sinal separado ou elas podem ser 10 parte da operação de tal processador de sinal que também contém outras disposições para o processamento de sinal.

Um dispositivo de armazenamento pode ser usado para armazenar um programa que inclui uma máquina para executar os passos para executar o método de acordo com a invenção. Em uma incorporação vantajosa da invenção, o programa pode ser 15 lido do dispositivo de armazenamento para um dispositivo compreendendo meios programáveis, por exemplo, um processador, para executar o método da invenção.

Um terminal 24 móvel planejado para uso como um dispositivo de telecomunicações vídeo portátil e aplicando o método de acordo com a invenção, inclui vantajosamente pelo menos um visor 25 para visualizar as imagens, dispositivo de áudio 26 20 para capturar e reproduzir a informação de áudio, um teclado 27 para entrar, por exemplo, os comandos do usuário, uma parte de rádio 28 para comunicar com a rede móvel, dispositivo de processamento 29 para controlar a operação do dispositivo, uma memória 30 para armazenar a informação, e preferivelmente uma câmera 31 por levar as imagens.

A presente invenção presente não está restrita apenas as incorporações 25 apresentadas acima, mas pode ser modificada dentro do escopo das reivindicações apensas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para codificar uma imagem digital, em cujo método a imagem digital é dividida nos blocos (C, L, U, UL, UR), em que no método uma predição espacial para o bloco (C) é executada para reduzir a quantidade da informação a ser transmitida,
- 5 **CARACTERIZADO** pelo fato de que ao menos um método de predição (PI-P13) é definido, uma classificação é determinada para ao menos um bloco vizinho (L, U) do bloco (C) a ser predito de acordo com os conteúdos do bloco vizinho (L, U), e um método de predição (PI-P13) que é selecionado para o bloco corrente (C) com base em pelo menos uma classificação.
- 10 2. Método de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a classificação para um bloco vizinho é determinada com base na informação de direcionamento do bloco.
3. Método de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a informação de direcionamento do bloco é determinada pelo cálculo de pelo menos
- 15 um valor gradiente (g_k) com base nos valores de pixel do bloco.
4. Método de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os valores gradiente (g_k) são calculados com a fórmula a seguir:

$$\begin{aligned}
 g_0 &= \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y)| \right) \\
 g_1 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} |I(x, y) - \frac{1}{2}(I(x-1, y) + I(x-1, y+1))| \right) \\
 g_2 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} |I(x, y) - I(x-1, y+1)| \right) \\
 g_3 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} |I(x, y) - \frac{1}{2}(I(x-1, y+1) + I(x, y+1))| \right) \\
 g_4 &= \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-1} |I(x, y) - I(x, y+1)| \right) \\
 g_5 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - \frac{1}{2}(I(x, y+1) + I(x+1, y+1))| \right) \\
 g_6 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y+1)| \right) \\
 g_7 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - \frac{1}{2}(I(x+1, y) + I(x+1, y+1))| \right) \quad (1)
 \end{aligned}$$

onde N é o tamanho do bloco, $I(x, y)$ representa os valores de intensidade do pixel, os índices x e y referem-se às coordenadas da parte interna do pixel do bloco, e K representa as orientações delimitadas.

5 5. Método de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos oito classes de direcionamento (D0 - D7) são definidas para as diferentes orientações delimitadas.

10 6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a classificação compreende outras 3 classes não direcionais (D08 - D10) correspondendo aos blocos planos, de estrutura compacta e de estrutura grossa.

7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que no método ao menos duas classes de contexto (C0-C6) são definidas, onde a fase de mapeamento é executada, na qual a informação da classificação (D8 - D10) é mapeada em uma das classes do contexto (C0-C6).

15 8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que no método a classificação é determinada por dois blocos vizinhos (L, U) do bloco (C) a ser predito de acordo com os conteúdos dos blocos vizinhos (L, U), as classes de contexto (C0-C6) são definidas pelos blocos vizinhos (L, U), e um método de predição (P1-P13) é selecionado para o bloco corrente (C) com base na
20 combinação das classes de contexto definidas (C0-C6).

9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que no método uma função de custo é definida, onde a seleção do método de predição compreende os passos de:

- 25 - calcular o valor da função de custo para ao menos dois métodos de predição;
- explorar os valores da função de custo calculada para encontrar o valor mínimo, e
- selecionar o método de predição o qual produz um valor mínimo para a função de custo.

30 10. Método de acordo com a reivindicações 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a função custo é definida como:

$$C_x = D + \lambda R,$$

onde o custo C_x é definido como o somatório ponderado da distorção D e a da taxa R associada com cada um dos métodos de predição e λ é o fator de ponderação.

11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10,
5 **CARACTERIZADO** pelo fato de que no método a predição de erro é definida com base no bloco predito e nos valores reais de pixel do bloco (C), e que a informação de predição de erro é codificada, e a informação de predição de erro codificada é transmitida.

12. Dispositivo para codificar uma imagem digital, a qual é dividida nos blocos (C, L, U, UL, UR), em que o dispositivo compreende um dispositivo para executar uma
10 predição espacial para o bloco (C) para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ao menos um método de predição (P1-P13) é definido, onde o dispositivo também compreende um dispositivo para determinar uma classificação para ao menos um bloco vizinho (L,U) do bloco (C) a ser predito de acordo com os conteúdos do bloco vizinho (L, U), e um dispositivo para selecionar um
15 método de predição (P1-P13) para o bloco corrente (C) com base em pelo menos uma classificação.

13. Dispositivo de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo para determinar a classificação compreende o dispositivo para determinar o direcionamento da informação do bloco.

20 14. Dispositivo de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo para determinar o direcionamento da informação compreende um dispositivo para calcular ao menos um valor gradiente (g_k) com base nos valores de pixel do bloco.

25 15. Dispositivo de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os valores gradiente (g_k) foram calculados com a fórmula a seguir:

$$g_0 = \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y)| \right)$$

$$g_1 = \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x-1, y) + I(x-1, y+1)) \right| \right)$$

$$\begin{aligned}
g_2 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} |I(x, y) - I(x-1, y+1)| \right) \\
g_3 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x-1, y+1) + I(x, y+1)) \right| \right) \\
g_4 &= \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-1} |I(x, y) - I(x, y+1)| \right) \\
g_5 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x, y+1) + I(x+1, y+1)) \right| \right) \\
g_6 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y+1)| \right) \\
g_7 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x+1, y) + I(x+1, y+1)) \right| \right) \quad (1)
\end{aligned}$$

onde N é o tamanho do bloco, I(x, y) representa os valores de intensidade do pixel, os índices x e y referem-se às coordenadas da parte interna do pixel do bloco, e k
5 representa as orientações delimitadas.

16. Dispositivo de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos oito classes de direcionamento (D0 - D7) são definidas para as diferentes orientações delimitadas.

17. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 16,
10 **CARACTERIZADO** pelo fato de que a classificação compreende outras 3 classes não direcionais (D08 - D10) correspondendo aos blocos planos, de estrutura compacta e de estrutura grossa.

18. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 17,
15 **CARACTERIZADO** pelo fato de que ao menos duas classes de contexto (C0-C6) são definidas, onde o dispositivo compreende o dispositivo para executar a fase de mapeamento, na qual a informação da classificação (D8 - D10) é disposta para ser mapeada em uma das classes do contexto (C0-C6).

19. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 18, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo compreende um dispositivo para

executar a classificação para os dois blocos vizinhos (L, U) do bloco (C) a ser predito de acordo com os conteúdos dos blocos vizinhos (L, U), um dispositivo para definir as classes de contexto (C0-C6) para os blocos vizinhos (L, U), e um dispositivo para selecionar um método de predição (P1-P13) para o bloco corrente (C) com base na combinação das classes de contexto definidas (C0-C6).

20. Dispositivo de acordo com as reivindicações 12 a 19, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a função de custo é definida, onde o dispositivo para selecionar o método de predição compreende os passos de:

- calcular o valor da função de custo para ao menos dois métodos de predição;
- 10 - explorar os valores da função de custo calculada para encontrar o valor mínimo, e
- selecionar o método de predição o qual produz um valor mínimo para a função de custo.

21. Dispositivo de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a função custo é definida como:

$$C_x = D + \lambda R,$$

onde o custo C_x é definido como o somatório ponderado da distorção D e da taxa R associada com cada um dos métodos de predição e λ é o fator de ponderação.

22. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo compreende um dispositivo para definir uma predição de erro com base no bloco predito e nos valores reais de pixel do bloco (C), e um dispositivo para codificar a informação de predição de erro, e um dispositivo para transmitir a informação de predição de erro codificada.

23. Codificador (1) compreendendo um dispositivo para codificar uma imagem digital, e um dispositivo para dividir a imagem digital nos blocos (C, L, U, UL, UR), em que o codificador (1) compreende um dispositivo para executar uma predição espacial para o bloco (C) para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ao menos um método de predição (P1-P13) foi definido, onde o codificador (1) também compreende um dispositivo para determinar a

30 classificação para pelo menos um bloco vizinho (L, U) do bloco (C) a ser predito de acordo

com os conteúdos do bloco vizinho (L, U), e um dispositivo para selecionar um método de predição (P1-P13) para o bloco corrente (C) com base em pelo menos uma classificação.

24. Codificador de acordo com a reivindicação 23, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo para determinar a classificação para ao menos um bloco vizinho é disposto para determinar uma classificação para o bloco vizinho com base na informação de direcionamento do bloco vizinho.

25. Decodificador (10) compreendendo um dispositivo para decodificar uma imagem digital, a qual é dividida nos blocos (C, L, U, UL, UR), em que o decodificador (10) compreende um dispositivo para executar uma predição espacial para o bloco (C) para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ao menos um método de predição (P1-P13) foi definido, onde o decodificador (10) também compreende um dispositivo para determinar a classificação para pelo menos um bloco vizinho (L, U) do bloco (C) a ser predito de acordo com os conteúdos do bloco vizinho (L, U), e um dispositivo para selecionar um método de predição (P1-P13) para o bloco corrente (C) com base em pelo menos uma classificação.

26. Decodificador de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo para determinar a classificação para ao menos um bloco vizinho é disposto para determinar uma classificação para o bloco vizinho com base na informação de direcionamento do bloco vizinho.

27. Codec (1, 10) compreendendo um dispositivo para codificar uma imagem digital, e um dispositivo para dividir a imagem digital nos blocos (C, L, U, UL, UR), e um dispositivo para decodificar uma imagem digital, em que o codec (1, 10) compreende um dispositivo para executar uma predição espacial para o bloco (C) para reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ao menos um método de predição (P1-P13) é definido, onde o codec (1, 10) também compreende um dispositivo para determinar a classificação para pelo menos um bloco vizinho (L, U) do bloco (C) a ser predito de acordo com os conteúdos do bloco vizinho (L, U), e um dispositivo para selecionar um método de predição (P1-P13) para o bloco corrente (C) com base em pelo menos uma classificação

28. Codec de acordo com a reivindicação 27, **CARACTERIZADO** pelo fato de

que o dispositivo para determinar a classificação para ao menos um bloco vizinho é disposto para determinar uma classificação para o bloco vizinho com base na informação de direcionamento do bloco vizinho.

5 29. Terminal Móvel (24) compreendendo um dispositivo para codificar uma
imagem digital, e um dispositivo para dividir a imagem digital nos blocos (C, L, U, UL,
UR), e um dispositivo para decodificar uma imagem digital, em que o terminal móvel (24)
compreende um dispositivo para executar uma predição espacial para o bloco (C) para
reduzir a quantidade de informação a ser transmitida, **CARACTERIZADO** pelo fato de
que ao menos um método de predição (P1-P13) foi definido, onde o terminal móvel (24)
10 também compreende um dispositivo para determinar a classificação para pelo menos um
bloco vizinho (L, U) do bloco (C) a ser predito de acordo com os conteúdos do bloco
vizinho (L, U), e um dispositivo para selecionar um método de predição (P1-P13) para o
bloco corrente (C) com base em pelo menos uma classificação.

15 30. Terminal Móvel de acordo com a reivindicação 29, **CARACTERIZADO**
pelo fato de que o dispositivo para determinar a classificação para ao menos um bloco
vizinho é disposto para determinar uma classificação para o bloco vizinho com base na
informação de direcionamento do bloco vizinho.

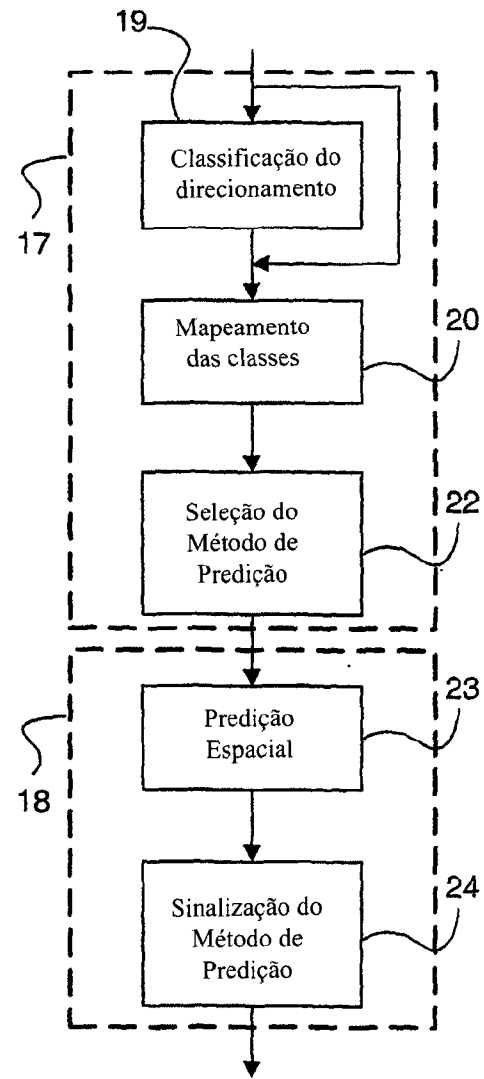


Fig. 2

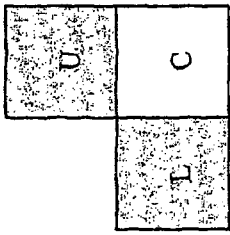


Fig. 3a

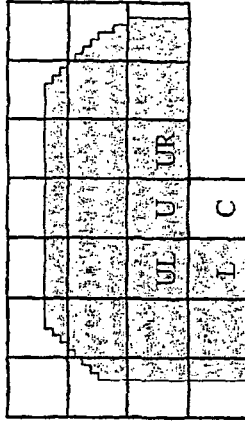


Fig. 3c

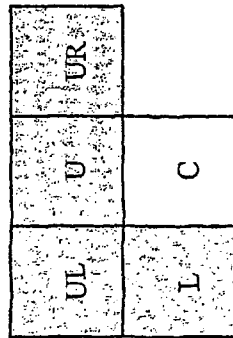


Fig. 3b

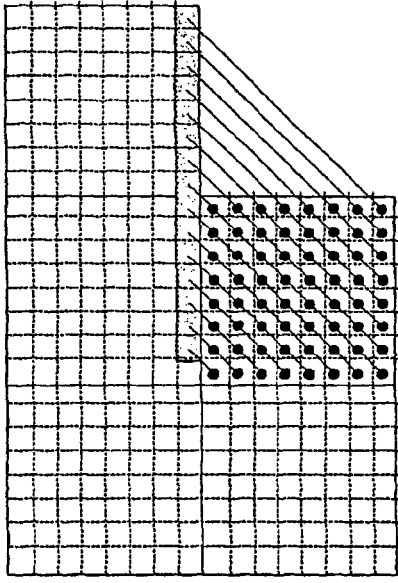


Fig. 5c

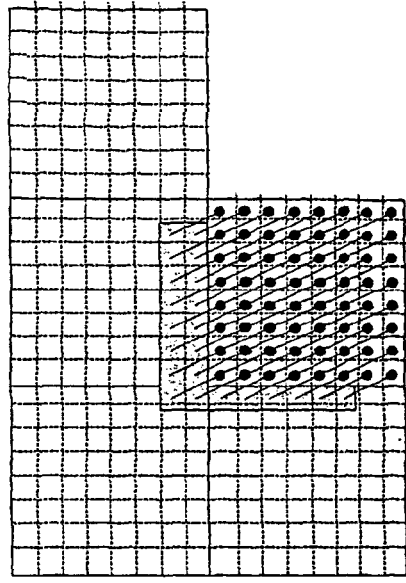


Fig. 5f

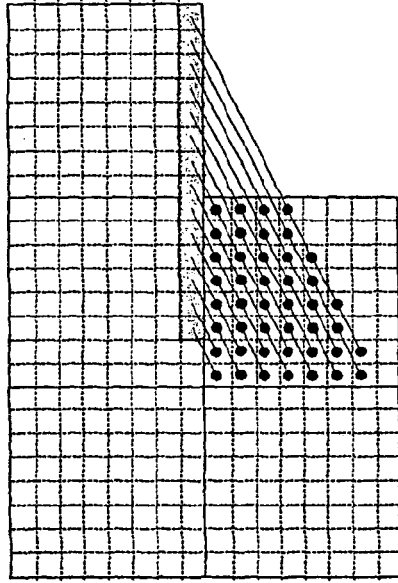


Fig. 5b

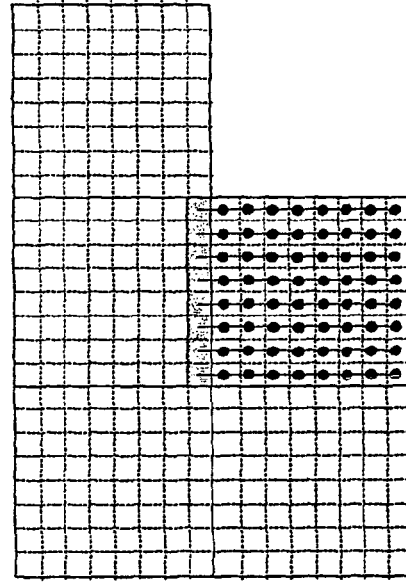


Fig. 5e

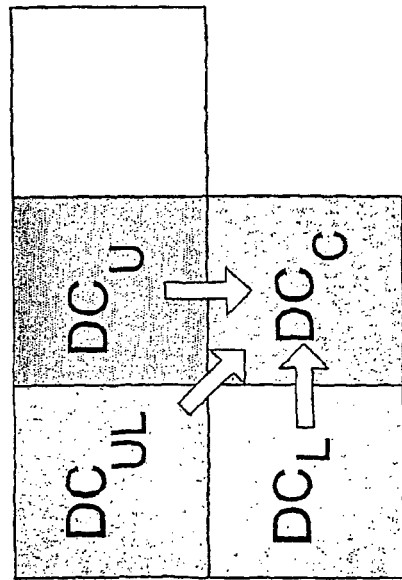


Fig. 5a

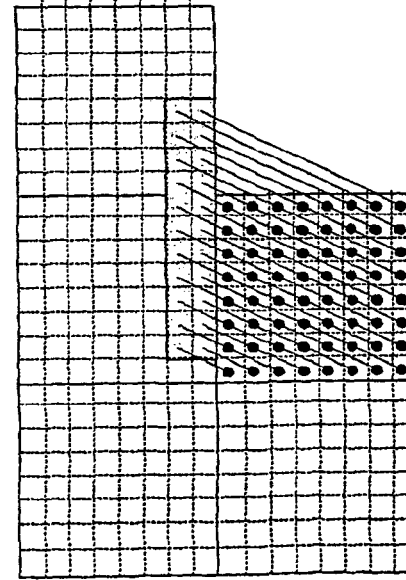


Fig. 5d

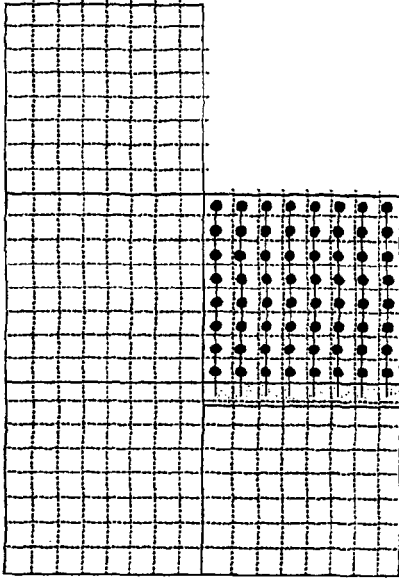


Fig. 5i

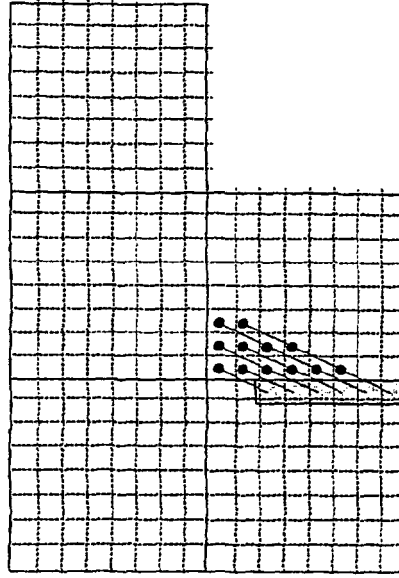


Fig. 5l

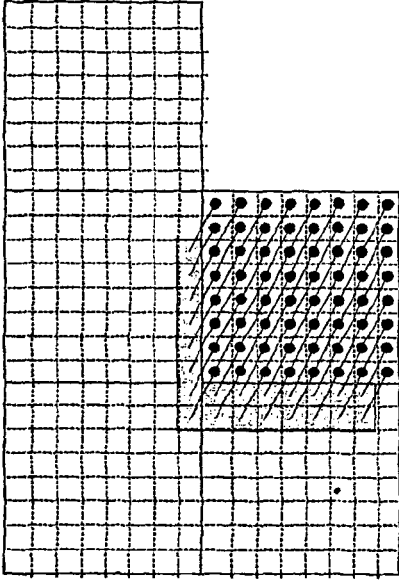


Fig. 5h

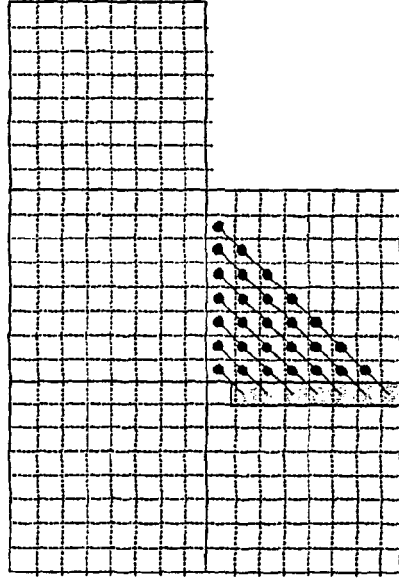


Fig. 5k

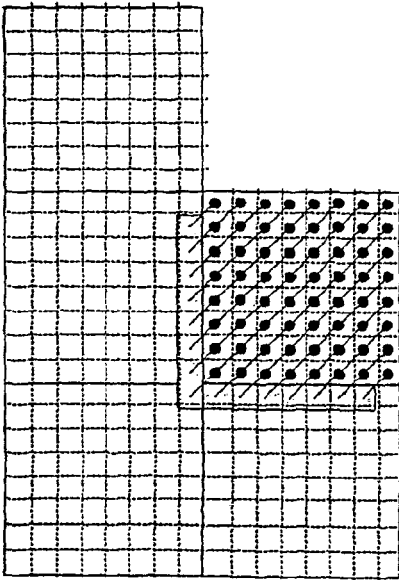


Fig. 5g

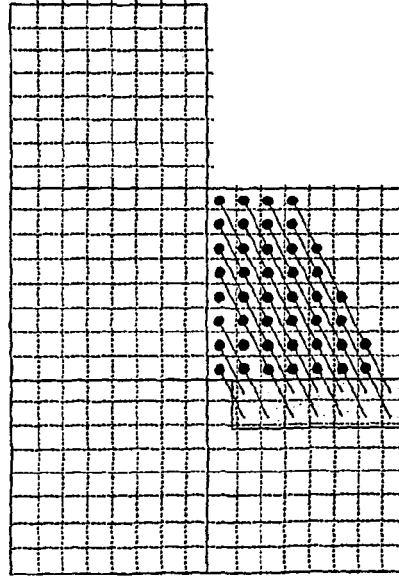


Fig. 5j

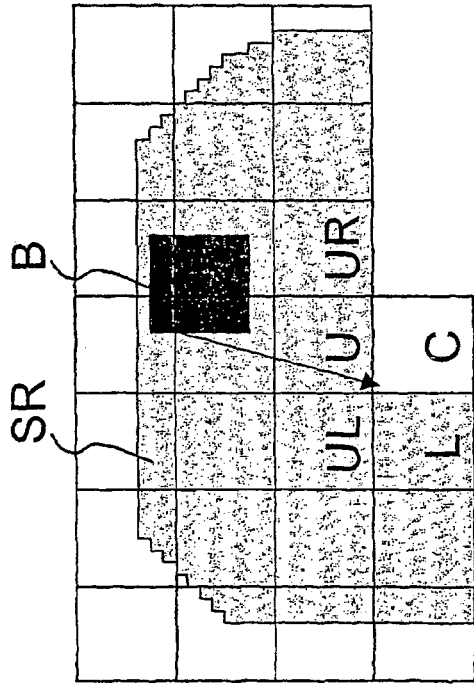


Fig. 5m

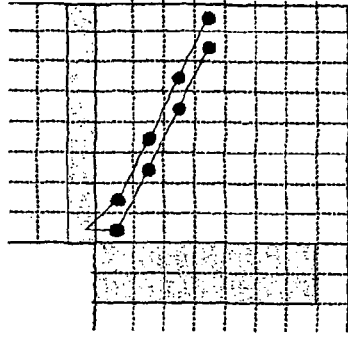


Fig. 5p

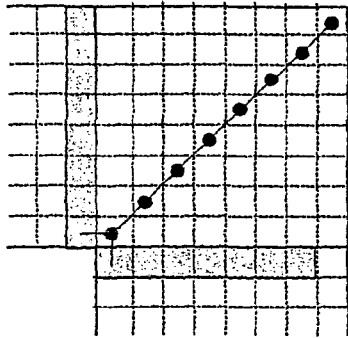


Fig. 5o

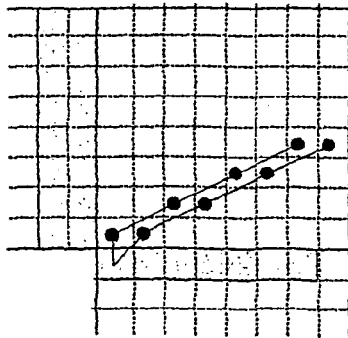


Fig. 5n

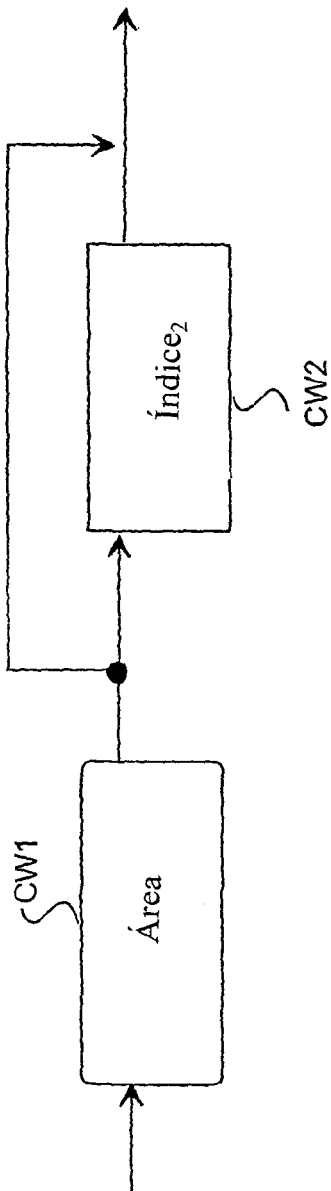


Fig. 6

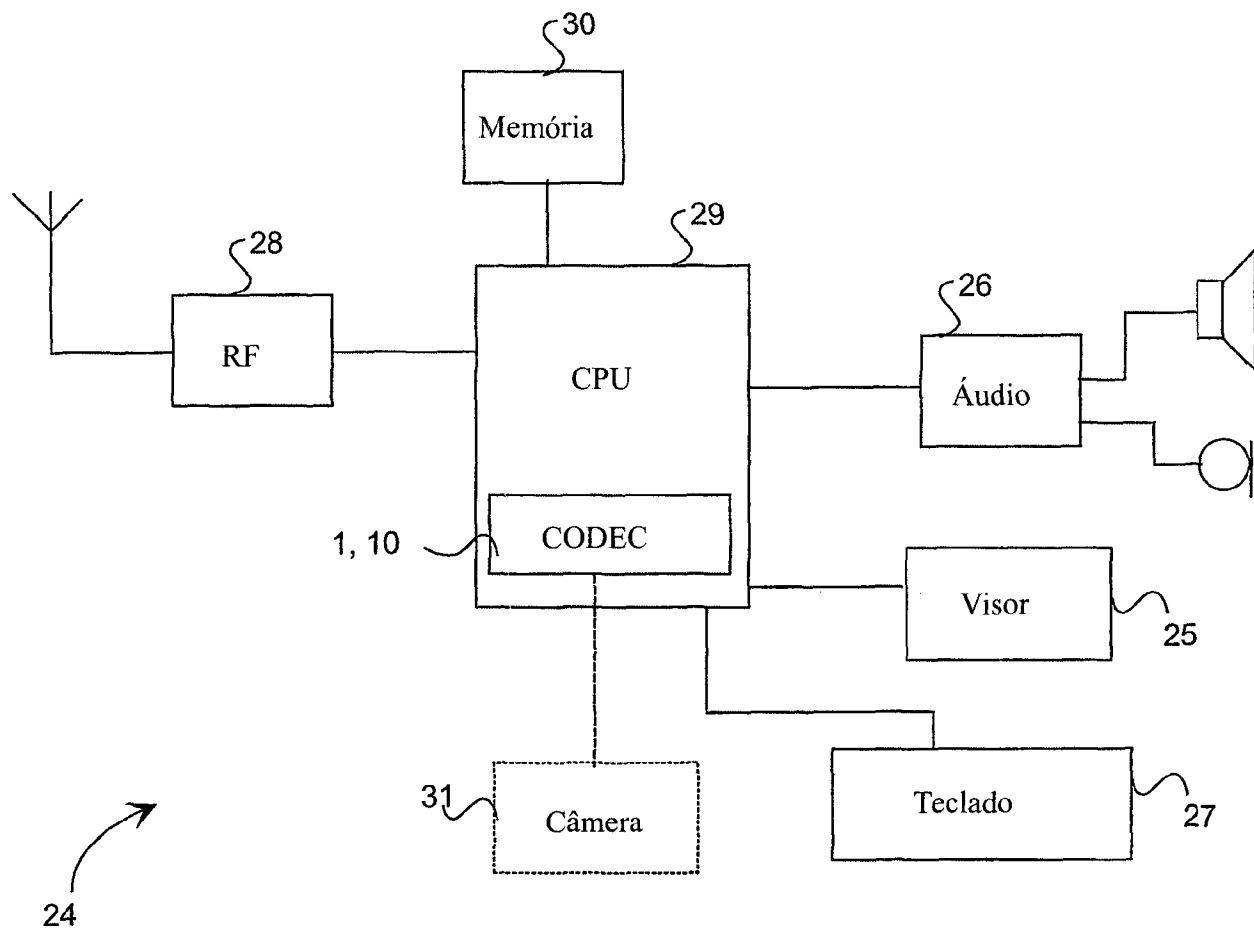


Fig. 7