



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

(21) BR 102018077265-1 A2



(22) Data do Depósito: 27/12/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 07/07/2020

(54) **Título:** MÉTODO DE CODIFICAÇÃO DE IMAGENS OU VÍDEOS, MÉTODO DE INDEXAÇÃO DE IMAGENS OU VÍDEOS CODIFICADOS E MÉTODO DE RECUPERAÇÃO DE IMAGENS OU VÍDEOS CODIFICADOS E INDEXADOS

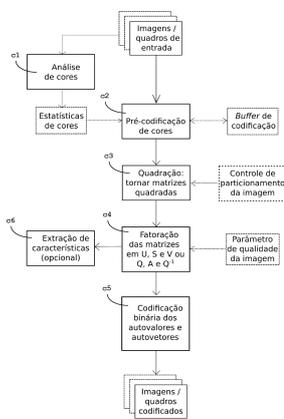
(51) **Int. Cl.:** H04N 19/186; H04N 19/85; H04N 19/105.

(52) **CPC:** H04N 19/186; H04N 19/85; H04N 19/105.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP.

(72) **Inventor(es):** WU FENG CHUNG; CLÁUDIO SADDY RODRIGUES COY; WEBER SHOITY RESENDE TAKAKI; HUEI DIANA LEE; NARCO AFONSO RAVAZZOLI MACIEJEWSKI; NEWTON SPOLAÔR; JOÃO JOSÉ FAGUNDES; MARIA DE LOURDES SETSUKO AYRIZONO.

(57) **Resumo:** A presente invenção consiste em um método de codificação de imagens e vídeos e de extração de características que permite a compressão e a discretização dos objetos. O método usa a Decomposição em Valores Singulares, ou uma Transformação de Similaridade e suas variantes - sendo puramente matemático - reduzindo a complexidade da codificação para transmissão ou armazenamento e, simultaneamente, extrai recursos para reconhecimento de padrões e indexação, seleção e recuperação baseadas em rótulos e conteúdos visuais e apresentação de imagens ou vídeos. O método apresenta, também, uma análise estatística prévia de cores obtidas de amostras representativas formando um mapa de probabilidade baseado na frequência de cores que leva à representação compacta das mesmas. A presente invenção também descreve um método de indexação de imagens ou vídeos codificados e um método de recuperação de imagens ou vídeos codificados e indexados, que não necessita realizar a decodificação das imagens antes de realizar a indexação e/ou recuperação das imagens, podendo assim ser realizada por meio de cálculos diretos que simplificam a necessidade computacional e diminuem o tempo de resposta.



MÉTODO DE CODIFICAÇÃO DE IMAGENS OU VÍDEOS, MÉTODO DE INDEXAÇÃO DE IMAGENS OU VÍDEOS CODIFICADOS E MÉTODO DE RECUPERAÇÃO DE IMAGENS OU VÍDEOS CODIFICADOS E INDEXADOS
CAMPO DA INVENÇÃO

[1] A presente invenção se insere no campo da ciência da computação, mais precisamente, na área da representação, codificação e extração de características de imagens e vídeos.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[2] Os protocolos de codificação de imagens e vídeos digitais utilizam técnicas de compressão de dados com o objetivo de otimizar o uso de canais de comunicação e/ou espaços de armazenamento. Todos os passos de transformação sofridos pela imagem ou vídeo no processo de codificação devem seguir um protocolo bem definido para permitir a decodificação e a reconstrução da imagem ou vídeo.

[3] As técnicas aplicadas à codificação de imagens aplicam-se igualmente a vídeos no que se refere à eliminação de redundâncias espaciais e espectrais. No caso dos vídeos, há ainda a possibilidade de eliminação de redundâncias temporais, devido à sucessão das imagens que compõem o vídeo.

[4] Atualmente, o compartilhamento de fotos e vídeos pela Internet, seja por meio de redes sociais, serviços de correio eletrônico, páginas web, serviços de *streaming*, e até mesmo a TV digital são possíveis graças, em grande parte, ao aperfeiçoamento das técnicas de codificação de imagens e vídeos.

[5] Além disso, com os avanços na área da Inteligência Artificial, há cada vez mais aplicações e demandas por soluções tecnológicas que simulem a visão humana, auxiliando

pessoas em tarefas de análise e identificação de características em imagens e vídeos.

[6] Contudo, ao serem codificadas, as imagens são transformadas numericamente, sendo, em geral, necessária a reconstrução das imagens antes que as técnicas de análise e reconhecimento de padrões possam ser aplicadas.

[7] Neste sentido, técnicas que realizam a indexação de imagens e futura recuperação de tais imagens sem a necessidade de reconstruir as imagens são incipientes, visto que, como explanado, em geral tais técnicas se baseiam no reconhecimento de padrões das imagens após serem decodificadas.

[8] Assim, não são previstos métodos que permitem indexar imagens isoladas ou vídeos durante o processo de codificação ou diretamente sobre arquivos já codificados, permitindo o reconhecimento de padrões em tempo real ou posteriormente, com base em características essenciais, sem a necessidade de decodificação da imagem/vídeo e de processamento posteriores.

[9] Ademais, tais métodos de indexação e recuperação de imagens e vídeos não possibilitam o ajuste dos parâmetros de semelhança conforme a necessidade da aplicação.

ESTADO DA TÉCNICA

[10] Alguns documentos do estado da técnica descrevem métodos de codificação, compressão e extração de características de imagens e vídeos.

[11] O documento US20160381375 "IMAGE CODING/DECODING METHOD, DEVICE, AND SYSTEM" compreende um método de codificação de imagem que realiza uma decomposição vetorial singular em uma previsão de bloco correspondente a um bloco

de imagem a ser codificado, para obter matrizes, e executa o processamento de codificação em dados residuais de acordo com as mesmas, em que os dados residuais são uma diferença entre um valor de pixel do bloco de imagem a ser codificado e um valor de pixel do bloco de previsão correspondente ao bloco de imagem a ser codificado.

[12] O método descrito no documento supracitado repete o cálculo das matrizes de autovetores e usa o valor do coeficiente calculado como critério de escolha para a codificação. A repetição implica em processamento extra e maior tempo de execução, podendo prejudicar aplicações de tempo real. O documento, também, indica que os valores codificados são a diferença entre os autovetores do resíduo e os autovetores do bloco predito sendo números reais pequenos e suscetíveis a arredondamentos decorrentes da representação binária, e que podem causar perdas de fidelidade da imagem. O documento não prevê pré-codificação de cores com redução do volume de dados.

[13] O documento US5615288 "*Singular value decomposition coding and decoding apparatuses*" descreve um método em que uma imagem de entrada é dividida em blocos, cada um desses blocos é representado pela matriz $n \times n$ X e, em seguida, $X^T X$ é calculado. Valores singulares de X que são raízes quadradas positivas de autovalores de $X^T X$ e primeiros vetores singulares que são autovetores normalizados de $X^T X$ são calculados, por exemplo, pelo método de Jacobi. Os segundos vetores singulares que são autovetores normalizados de XX^T são calculados analiticamente usando os valores singulares e os primeiros vetores singulares. Os valores singulares e os primeiros e segundos vetores singulares assim

calculados são codificados.

[14] O método explicitado no referido documento faz unicamente a codificação e não aproveita os dados da codificação para análise de padrões ou indexação do conteúdo. Além disso, o documento relacionado não é aplicado na codificação e reconhecimento de padrões em tempo real. Ainda, no caso do documento relacionado, o nível de compressão é definido por um valor limite cujo processo de obtenção não está definido no método, e que depende de um estudo ou análise prévios. Neste caso, a qualidade das imagens reconstruídas está sujeita à qualidade da análise prévia.

[15] O documento US8433148 "Method for Compressing Textured Images" descreve um método que comprime uma imagem particionada em blocos de pixels, para cada bloco tal método converte o bloco em uma matriz 2D. Esta matriz se decompõe em uma matriz de colunas e numa matriz de linhas, em que uma largura da matriz de colunas é substancialmente menor que a altura da matriz de colunas e a altura da matriz de linhas é substancialmente menor do que a largura da matriz de linhas. A matriz de coluna e a matriz de linha são compactadas e as matrizes compactadas são então combinadas para formar uma imagem compactada. O documento referenciado faz unicamente a codificação/compressão e não prevê a aplicação de análise de padrões ou indexação do conteúdo a partir dos dados já codificados. Ainda, o método descrito no documento se aplica principalmente a imagens texturizadas ou com padrões repetitivos, e devido à sua complexidade e custo computacional tem aplicação restrita, não sendo adequado para aplicações de tempo real.

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[16] A presente invenção compreende em um método de codificação de imagens e vídeos e de extração de características que permite a compressão e a discretização dos objetos. O método usa a Decomposição em Valores Singulares, ou uma Transformação de Similaridade e suas variantes - sendo puramente matemático - reduzindo a complexidade da codificação para transmissão ou armazenamento e, simultaneamente, extrai recursos para reconhecimento de padrões e indexação, seleção e recuperação baseadas em rótulos e conteúdos visuais e apresentação de imagens ou vídeos. O método apresenta, também, uma análise estatística prévia de cores obtidas de amostras representativas formando um mapa de probabilidade baseado na frequência de cores que leva a representação compacta das mesmas.

[17] Assim, é previsto um método de codificação de imagens ou vídeos que compreende as etapas de: análise de cores; pré-codificação; quadração; fatoração; e codificação.

[18] Ainda, tal método, pode compreender a etapa adicional de extração de características das imagens ou vídeos.

[19] Em tal método, a etapa de análise de cores pode ser realizada por meio de uma análise estatística prévia, configurada de modo a minimizar a representação das cores com base na frequência de cores observadas, em que a análise estatística identifica as cores mais frequentes nas imagens, estabelecer uma estrutura de dados de representação compacta das cores, converter os pixels da imagem/quadro na representação compacta de cores, e pode ainda normalizar a

imagem/quadro no modelo YCbCr, YUV, YIQ ou HSL. Tal etapa de análise de cores pode ainda estabelecer uma média ponderada dos valores dos componentes de cor para cada valor de luminância, aplicar pesos na média ponderada de acordo com a frequência de ocorrência da combinação dos valores dos componentes e converter os valores segundo a distância em relação à média.

[20] Adicionalmente, a etapa de pré-codificação recodifica as informações de cores de cada imagem/quadro processado com menor número de bits, e a etapa de quadração subdivide em blocos de pixels imagem/quadro, aplica a técnica de corte ou a função matemática matricial de enquadramento e obtém a matriz quadrada $MQ_{n \times n}$.

[21] De maneira similar, a etapa de quadração pode ser aplicada individualmente para cada camada formadora da imagem, e a etapa de fatoração pode realizar a fatoração de cada camada da imagem pela Decomposição em Valores Singulares (SVD), em que a Decomposição em Valores Singulares (SVD) de acordo com a equação: $MQ_{m \times n} = U_{m \times m} \times \Sigma_{m \times n} \times V_{n \times n}^T$, ou realizar a fatoração de cada camada da imagem pela transformação de similaridade, em que a fatoração de cada camada da imagem pela transformação de similaridade de acordo com a equação: $MQ_{n \times n} = Q \times \overline{MQ_{n \times n}} \times Q^{-1}$. Obviamente, os processos de decomposição em valores singulares e de transformação de similaridade são reversíveis e são usados na codificação e compactação para o armazenamento e/ou transmissão em tempo real.

[22] Adicionalmente, a etapa extração de características pode realizar a análise de padrões e características dos valores singulares, autovalores ou

autovetores de cada camada da imagem ou quadro de vídeo, a etapa também avalia os valores das diagonais das matrizes de valores singulares $\Sigma_{m \times n}$ ou da matriz de similaridade $\overline{MQ_{n \times n}}$ e dos autovetores de cada camada das imagens ou quadro de vídeo e determina padrões em comparação com outros objetos. Por fim, é previsto que seja realizada a análise de padrões em tempo real na transmissão de vídeos sem a necessidade de decodificação ou reprocessamento.

[23] Ainda, é previsto um método de indexação de imagens ou vídeos codificados, compreendendo as etapas de: a) codificação das imagens, conforme definido acima; b) sumarização (i1); e ordenação (i2).

[24] Em tal método, a etapa de análise de cores e pré-codificação de cores pode ser realizada por meio de uma etapa de acromatização, por exemplo, e a etapa de sumarização pode compreender a ordenação de autovalores de modo decrescente e os respectivos autovetores são reordenados conforme a ordem dos autovalores correspondentes, a simplificação dos p autovetores mais significativos aplicando-se o cálculo da média quadrática (RMS ou *Root Mean Square*) sobre os valores de cada autovetor, em que o cálculo da média quadrática sobre os valores de cada autovetor é calculado por meio da

$$\text{equação } Vi_{RMSj} = \sqrt{\frac{1}{n}(v_{ij_1}^2 + v_{ij_2}^2 + \dots + v_{ij_n}^2)}$$

[25] Em tal método, a etapa de ordenação pode ainda ser realizada por meio da ordenação dos autovetores resumidos e organizados na forma de tabela ou árvore, ou ser realizada preservando-se a correspondência com a imagem ou quadro de vídeo de referência de modo a facilitar a busca e permitir a recuperação posterior.

[26] Por fim, é previsto um método de recuperação de imagens ou vídeos codificados e indexados compreendendo as etapas de: a) indexação das imagens, conforme definido acima; b) comparação; e c) seleção e classificação.

[27] Obviamente, a etapa de comparação pode ser realizada por meio da comparação dos autovetores resumidos extraídos da imagem ou quadro de vídeo de entrada com os autovetores resumidos presentes na tabela/árvore de índices previamente determinados, sendo que a etapa de seleção e classificação pode ser realizada por meio da seleção e classificação das imagens ou quadros cujo valor de R^2 relativo ao primeiro autovetor for igual ou superior ao limiar de correspondência definido, e a etapa de seleção e classificação pode ser realizada por meio da ordenação segundo a quantidade de autovetores cujo valor de R^2 for igual ou superior ao limiar de correspondência.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[28] Para obter uma total e completa visualização da presente invenção, é apresentada a figura a qual se faz referência, conforme se segue.

[29] A figura 1 mostra um fluxograma das etapas de um Método de Codificação e Extração de Características de Imagens e Vídeos de acordo com uma configuração preferencial da presente invenção;

[30] A figura 2a apresenta a estrutura de dados criada para estabelecer uma representação compacta das cores mais frequentes;

[31] A figura 2b ilustra um processo de mapeamento das cores utilizado para a codificação;

[32] A figura 3 mostra um processo de extração das

características da imagem utilizando a matriz de valores singulares;

[33] A figura 4 apresenta um fluxograma das etapas de um método indexação de imagens codificadas de acordo com uma configuração preferencial da presente invenção; e

[34] A figura 5 ilustra um fluxograma das etapas de um método recuperação de imagens codificadas e indexadas de acordo com uma configuração preferencial da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[35] A presente invenção, como observado na figura 1, se dá em um Método de Codificação, Compressão e Extração de Características de Imagens e Vídeos que utiliza a decomposição em valores singulares ou transformação de similaridade e variações, é puramente matemático - reduzindo a complexidade da codificação para transmissão ou armazenamento -, permite a aplicação de técnicas de reconhecimento de padrões - em tempo real, sem a necessidade de decodificação -, permite a seleção baseada em rótulos, permite a recuperação baseada em conteúdo e reprodução, implementa uma análise estatística prévia, representa as cores de modo compacto com base na frequência de cores observadas, tem a possibilidade de estabelecer um grau de qualidade mínimo como parâmetro de controle do nível de compactação, tem a possibilidade de tratamento do quadro completo ou de modo subdividido em blocos de pixels de dimensões variáveis, podendo ser dimensões quadradas ou retangulares, é replicável e reprodutível para qualquer sistema computacional e operacional e linguagens de programação e a característica de independência e

compreende, em sua configuração preferencial, em, pelo menos, nas seguintes etapas:

- Etapa 1: Análise de cores;
- Etapa 2: Pré-codificação;
- Etapa 3: Quadração;
- Etapa 4: Fatoração;
- Etapa 5: Extração de características; e
- Etapa 6: Codificação.

[36] Na etapa 1, análise de cores, é realizada uma análise estatística para identificar as cores mais frequentes nas imagens, é criada uma estrutura de dados para estabelecer uma representação compacta das cores, sem prejudicar a qualidade da imagem para a aplicação desejada, em que os pixels da imagem/quadro são convertidos para esta nova representação compacta de cores. Tal etapa é claramente descrita na figura 2a, que ilustra uma entrada de cores em 8 bits sendo codificada para as cores mais frequentes em 4 bits.

[37] Como previsto, é realizada a normalização da imagem/quadro para um modelo com menor correlação entre os componentes de cor, sendo preferencialmente o YCbCr, mas com a possibilidade do uso de outras representações como YUV, YIQ ou HSL. Com isso mantemos as informações de luminância com maior resolução, o que resulta em maior qualidade visual da imagem reconstruída, em particular para aplicações médicas do método.

[38] Posteriormente, é estabelecida uma média ponderada dos valores dos componentes de cor para cada valor de luminância. Ou seja, na representação YCbCr, para cada valor de Y (luminância) são encontrados os valores médio, mínimo

e máximo de Cb (tonalidade de azul) e, respectivamente, para cada valor de Cb também são determinados os valores médio, mínimo e máximo de Cr (tonalidade de vermelho) presentes na imagem/quadro utilizada na análise estatística.

[39] Os pesos aplicados no cálculo da média ponderada são iguais à frequência de ocorrência da combinação Y-Cb-Cr. Com base nos valores mínimos, máximos e médios encontrados, os valores de Cb e Cr originais são codificados em Cb' e Cr', sendo que os valores convertidos representam a distância em relação à média.

[40] Essa distância, por ser pequena, pode ser representada com poucos bits. Desse modo, os 16 bits originais representativos de Cb e Cr são condensados em 8 bits, com perda reduzida na resolução de cores. O procedimento de reversão de Cb' e Cr' para os valores originais utiliza a mesma tabela de valores mínimos, máximos e médios, portanto o decodificador deve conhecer a mesma tabela de cores utilizada na codificação, como é ilustrado na figura 2b, que mostra o mapeamento de cores da pré-codificação.

[41] Na etapa 2, de pré-codificação, com base no mapa de cores obtido no passo anterior, que pode ser visualizado na figura 2b, as informações de cores de cada imagem/quadro processado são recodificadas com menor número de bits, desse modo obtendo uma pré-compressão da ordem de 33%. Neste caso, os 16 bits relativos à cor do pixel são condensados em 8 bits, e cada pixel colorido passa então a ter 16 em lugar de 24 bits. Esta técnica não impede a utilização de sub-amostragem de cores (padrões 4-2-2 e 4-2-0). Cabe ressaltar que o componente de luminância (ou outro componente que de

acordo com a aplicação se deseje preservar) tem sua representação inalterada a fim de preservar a definição original.

[42] Na etapa 3, de quadração, a imagem/quadro é subdividida em blocos de pixels de tamanho uniforme ou variado, conforme a necessidade da aplicação. Em seguida aplica-se uma técnica para tornar esses objetos quadrados, ou seja, fazer com que os lados tenham tamanhos iguais.

[43] Para isso pode ser aplicado o processo de corte da imagem/quadro de modo a torná-la quadrada por meio de exclusão das áreas que extrapolam os limites da região quadrada desejada, com a utilização de ferramentas computacionais que podem utilizar desde parâmetros fixos de distância em relação ao centro ou outro ponto de referência da imagem, ou técnicas de segmentação de imagens baseadas em regiões de interesse.

[44] Outra maneira que podemos usar para a realização da quadratura é a aplicação da função matemática matricial de enquadramento de matrizes com a multiplicação da matriz original ($M_{n \times m}$) pela matriz original transposta ($M_{m \times n}^T$) tendo como resultado uma matriz quadrada ($MQ_{n \times n}$) independente das dimensões da matriz original em termos do número de linhas (n) e de colunas (m), de acordo com a equação 1: $MQ_{n \times n} = (M_{n \times m}) \cdot (M_{m \times n}^T)$.

[45] Ainda, essa técnica deve ser aplicada individualmente para cada camada formadora da imagem, independentemente do formato de transformação e representação das imagens.

[46] Se a imagem/quadro já possuir as formas quadradas não é necessário a aplicação dessa etapa de transformação do

método.

[47] Na etapa 4, de fatoração, é, preferencialmente, realizada a decomposição de cada camada da imagem pela Decomposição em Valores Singulares (SVD). Pega-se a matriz resultante da etapa 3, $MQ_{n \times n}$, e, justamente, é feita a decomposição da mesma na forma de três matrizes de acordo com a equação 2: $MQ_{m \times n} = U_{m \times m} \Sigma_{m \times n} V_{n \times n}^T$, sendo $U_{m \times m}$ uma matriz ortogonal com colunas sendo de vetores singulares à esquerda; $\Sigma_{m \times n}$ uma matriz diagonal com seus elementos sendo valores singulares; e $V_{n \times n}^T$ uma matriz com colunas de vetores singulares à direita.

[48] Outra maneira de fatoração da matriz resultante da etapa 3, que pode ser usada nesta etapa, é a transformação de similaridade em que a matriz resultante da etapa 3, $MQ_{n \times n}$, é transformada de acordo com a equação 3: $MQ_{n \times n} = Q M Q'_{n \times n} Q^{-1}$, sendo Q uma matriz não singular e que admite inversa; Q^{-1} a inversa de Q ; e $M Q'_{n \times n}$ a uma matriz diagonal com seus elementos autovalores (λ) associados aos autovetores (q) que constituem a matriz de autovetores (Q). De acordo com a equação 4: $M Q'_{n \times n} x q = \lambda x q$.

[49] Desse modo, se as matrizes $MQ_{n \times n}, Q e M Q'_{n \times n}$ satisfazem a relação da equação 3, diz-se que as matrizes $MQ_{n \times n} e M Q'_{n \times n}$ são semelhantes.

[50] A transformação de similaridade origina diversas formas, como a forma diagonal e a de Jordan que dependem da quantidade de autovalores iguais e/ou distintos.

[51] Na etapa 5, Extração de características, sendo uma etapa opcional, é realizada a análise de padrões e características dos valores singulares, autovalores ou autovetores de cada camada da imagem/quadro do vídeo. Os

valores das diagonais das matrizes de valores singulares ($\Sigma_{m \times n}$) ou da matriz de similaridade ($MQ'_{n \times n}$), bem como os autovetores de cada camada das imagens ou quadros são avaliados para determinar padrões em comparação com outros objetos. Tal etapa é ilustrada na figura 3, que ilustra os gráficos de características extraídas após o uso da decomposição em valores singulares na matriz de entrada de luminância.

[52] Como exemplo, podemos citar a extração de padrões de imagens de lesões de qualquer órgão do corpo humano em comparação com tecidos sem lesão, por meio dos valores singulares, dos autovalores ou dos autovetores. A extração de padrões pode ser realizada pelo fato de que as sequências dos autovalores e autovetores são características de cada imagem e dependem, para cada camada, do grau de variabilidade do atributo de dada camada.

[53] Os processos de decomposição em valores singulares e de transformação de similaridade são reversíveis, é possível utilizá-los na codificação e compactação para armazenamento e/ou transmissão em tempo real, de modo que as imagens ou quadros originais sejam reconstituídos.

[54] Por ser um procedimento único de codificação e extração de características é possível realizar a análise de padrões em tempo real no caso da transmissão de vídeos sem a necessidade de decodificação ou reprocessamento.

[55] No caso da indexação automática de vídeos, a tabela de índices do vídeo é atualizada a cada quadro com base nos valores singulares, autovalores ou autovetores produzidos no processo de decomposição ou transformação de similaridade, podendo a indexação ser realizada por quadro completo, por

blocos, ou por ambos.

[56] A tabela de índices pode ser armazenada juntamente com o arquivo de vídeo codificado, ou integrada a uma tabela de índices geral.

[57] Na etapa 6, de Codificação, pegam-se as matrizes resultantes da etapa 4, $\Sigma_{m \times n}$ ou $MQ'_{n \times n}$, e subdivide-se a imagem/quadro em blocos menores, e para cada bloco subdividido aplica-se a SDV ou a transformação de similaridade para cada camada do espaço de cor.

[58] Após, faz-se a serialização dos autovetores, com seu valor singular ou autovalor correspondente, até o nível em que a reconstrução do quadro alcance um valor mínimo de qualidade objetiva, que pode ser definido de acordo com a aplicação.

[59] A ordem de codificação dos autovetores e valores singulares, ou autovetores e autovalores, é do maior para o menor, sendo os maiores responsáveis pela nitidez e qualidade do quadro. Assim, a compressão dos quadros é realizada pelo fato de que se necessita de menos valores e vetores que o quadro original para se atingir a qualidade de reconstrução desejada.

[60] Diante do acima exposto, como pode ser visto na figura 1, é descrito pela presente invenção um método de codificação, compressão e extração de características de imagens e vídeos que compreende as etapas principais de a) análise de cores c1 e pré-codificação de cores c2; b) quadração c3; c) fatoração c4; e d) codificação c5. Em um exemplo específico, também é possível realizar a etapa e) extração de características. Obviamente, tal método é efetuado sobre imagens/quadros de entrada de imagens e

vídeos, e resulta em uma saída que compreende imagens/quadros codificados de imagens e vídeos. Durante a etapa de análise de cores c_1 e pré-codificação de cores c_2 é possível ainda utilizar as estatísticas de cores obtidas a partir das imagens/quadros, e utilizar um *buffer* de codificação. Durante a etapa de quadração, obviamente, pode ser utilizado um controle de posicionamento das imagens/quadros de maneira a fixar as áreas de interesse. Por fim, a etapa de fatoração pode ser realizada de acordo com parâmetros de qualidade de imagem previamente determinados.

[61] Em continuidade, como pode ser visto na figura 4, é previsto um método de indexação de imagens que compreende a codificação das imagens, sumarização das imagens codificadas, ordenação das representações reduzidas e criação de uma tabela ou árvore de índices. Obviamente, a codificação prevista pode ser realizada pelo método acima definido, que diminui a necessidade computacional e diminui enormemente os tempos de codificação e indexação. Não obstante, é previsto que o método de indexação seja aplicado a imagens monocromáticas, ou seja, que anteriormente a etapa de codificação seja realizada uma etapa de acromatização. Não obstante, como pode ser visto pela similaridade das etapas mostradas nas figuras 1 e 4, os métodos podem ser relacionados de maneira óbvia.

[62] Como pode ser visto em tais figuras, é descrito também na presente invenção um método de indexação de imagens ou vídeos codificados, que compreende as etapas principais de a) análise de cores c_1 e pré-codificação de cores c_2 , preferencialmente tal etapa sendo uma etapa de acromatização c_{12} , ou seja, conversão da imagem em escala monocromática;

b) quadração c3; c) fatoração c4; d) codificação c5 (não necessária caso a indexação seja realizada de modo independente da codificação); e) sumarização i1; e f) ordenação i2. Obviamente, as etapas podem ser realizadas de acordo com as sub-etapas e características já acima explanadas. Em uma configuração preferencial de tal método, a etapa de sumarização é preferencialmente realizada por meio do cálculo da média de valor RMS dos autovetores, e a etapa de ordenação é realizada por meio da organização das representações reduzidas.

[63] Uma explanação específica de uma configuração da presente invenção é realizada a seguir.

[64] Na etapa de acromatização, uma ou mais imagens ou quadros de um vídeo são convertidos para uma representação monocromática simplificada, por exemplo em tons de cinza. A redução das informações de cores pode ser ajustada à necessidade da aplicação, como previamente já descrito no método de codificação exemplar.

[65] Na etapa de quadração, cada imagem ou quadro do vídeo, quando for o caso, pode ser subdividida em blocos de pixels de tamanho uniforme, conforme a necessidade da aplicação. Caso necessário, aplica-se em seguida uma técnica para tornar esses objetos quadrados, ou seja, fazer com que os lados tenham tamanhos iguais.

[66] De modo exemplar, a primeira forma consiste em aplicar uma função matricial de multiplicação da matriz original ($O_{n \times m}$) pela matriz original transposta ($O_{m \times n}^T$), como mostrado na Equação 1, tendo como resultado uma matriz quadrada ($MQ_{n \times n}$) simétrica, independente das dimensões da matriz original em termos do número de linhas (n) e de

colunas (m). Tal equação é representada abaixo.

$$MQnXn = OnXm \times O^TmXn$$

[67] Esta forma possui a vantagem de evitar números complexos na fatoração ao transformar a matriz de entrada em uma matriz simétrica, podendo ser aplicada em conjunto com outras técnicas.

[68] Uma segunda forma consiste em aplicar um corte na imagem de modo a torná-la quadrada por meio de exclusão computacional das regiões que extrapolem os limites da porção de interesse, com a utilização de ferramentas computacionais. As ferramentas computacionais aqui mencionadas são algoritmos que podem utilizar desde parâmetros fixos de distância em relação ao centro ou a pontos extremos da imagem, ou técnicas de segmentação de imagens baseadas em regiões de interesse.

[69] Na etapa de fatoração, é aplicado o método de decomposição em valores singulares ou de transformação de similaridade a cada imagem ou bloco. A imagem ou bloco de entrada, considerados na forma de uma matriz $n \times m$, é fatorada em uma matriz diagonal de autovalores e duas matrizes de autovetores. A seguir são descritos os procedimentos para a fatoração de matrizes utilizando Decomposição em Valores Singulares e Transformação de Similaridade.

[70] Neste sentido, uma breve explanação do método de Decomposição em Valores Singulares (SVD) aplicado em tal método de indexação é também realizada abaixo, de acordo com uma configuração preferencial da presente invenção.

[71] Em tal método, toda matriz simétrica $A \in R^{m \times n}$ pode ser escrita na forma da equação descrita abaixo, com $U_{m \times m}$ e $V_{n \times n}$ como matrizes ortogonais e $\Sigma_{m \times n}$ uma matriz diagonal de

valores singulares.

$$A = U \times \Sigma \times V^T$$

[72] Em tal cálculo, os elementos de Σ são unicamente determinados e satisfazem a condição da expressão descrita abaixo.

$\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_p, 0$ (onde $p = \min \{m, n\}$, e $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3 \dots \geq \sigma_p$)

[73] Também é possível aplicar a SVD reduzida, na qual Σ é quadrada ($\Sigma \in R^{n \times n}$ se $n \leq m$ ou $\Sigma \in R^{m \times m}$ se $m \leq n$).

[74] As propriedades desse modo de decomposição são que os elementos diagonais de Σ são os valores singulares de A ; as colunas de U são os vetores singulares à esquerda; as colunas de V são os vetores singulares à direita; os números de valores singulares são não nulos, ou seja, existe um posto de A diferente de zero; a matriz A pode conter elementos reais ou complexos.

[75] Neste método a matriz de entrada é transposta e multiplicada por ela mesma, conforme descrito anteriormente, a fim de produzir uma matriz quadrada simétrica, e dessa forma evitar números complexos nas raízes do polinômio característico para determinação dos autovalores.

[76] Para a suficiência descritiva da presente invenção, também é realizada uma breve explanação do método de Transformação de Similaridade aplicado em tal método de indexação, de acordo com uma configuração preferencial da presente invenção.

[77] Neste cálculo, todas as matrizes A , Q e $\bar{A} \in R^{m \times m}$ podem ser escritas na forma das equações abaixo, com Q uma matriz não singular e conseqüentemente admitindo inversa, e \bar{A} uma matriz diagonal.

$$A = Q \times \bar{A} \times Q^{-1}$$

$$\bar{A} = Q^{-1} \times A \times Q$$

[78] Os termos da diagonal da matriz \bar{A} são os autovalores (λ) associados aos autovetores (q) que constituem a matriz de autovetores (Q), sendo determinados pela equação abaixo.

$$A \times q = \lambda \times q$$

[79] Desse modo, se as matrizes A , Q e \bar{A} satisfizerem a relação das equações acima, diz-se que \bar{A} e A são matrizes semelhantes.

[80] Para a aplicação no método de indexação, os autovalores são ordenados de modo decrescente (do maior para o menor), e os respectivos autovetores são reordenados conforme a ordem dos autovalores correspondentes.

[81] A transformação de similaridade origina diversas formas, como a forma diagonal e a de Jordan que dependem da quantidade de autovalores iguais e/ou distintos e/ou conjugados.

[82] Ademais, na etapa de sumarização, os p autovetores mais significativos são resumidos aplicando-se o cálculo da média quadrática (RMS ou *Root Mean Square*) sobre os valores de cada autovetor. Esta operação reduz o tamanho dos autovetores a um percentual do comprimento original do vetor (por exemplo 5%), que ao serem tomados em conjunto constituem uma representação reduzida das características mais significativas da imagem. O valor de p pode variar conforme a aplicação, não sendo, em geral, superior a 10. O cálculo do valor RMS é dado pela equação abaixo,

$$Vi_{RMSj} = \sqrt{\frac{1}{n}(v_{ij_1}^2 + v_{ij_2}^2 + \dots + v_{ij_n}^2)}$$

onde: i é o índice do autovetor, e varia de 1 a p , j é

o índice do valor RMS que resume n valores do autovetor i , e n é o número de elementos do autovetor tomados em grupo para calcular o RMS.

[83] O valor de n na equação acima corresponde ao divisor do tamanho do autovetor original. Por exemplo, para reduzir o autovetor a 5% do tamanho original, aplica-se o $n = 20$.

[84] Por fim, na etapa de ordenação os autovetores resumidos são ordenados e organizados na forma de tabela ou árvore (por exemplo Árvore B), e a correspondência com a imagem ou quadro de referência é preservada de modo a facilitar a busca e permitir a recuperação posterior.

[85] Por fim, é previsto ainda um método de recuperação de imagens ou vídeos codificados e indexados que consiste na busca e seleção das imagens e/ou dos vídeos que correspondem a uma dada imagem ou critério de entrada. A fim de minimizar o tempo de recuperação, a busca é feita sobre o índice construído na indexação. Como resultado, são retornadas k referências para as imagens ou vídeos mais semelhantes à imagem de entrada, ou mais próximas do critério de entrada. Esta estratégia se assemelha ao algoritmo KNN ou k-nearest-neighbors (k vizinhos mais próximos), sendo as etapas do processo detalhadas a seguir, e ilustradas na figura 5. Novamente, como pode ser visto, boa parte das etapas é similar aos anteriores.

[86] Como pode ser visto em tais figuras, o método de recuperação de imagens ou vídeos codificados e indexados descrito também na presente invenção compreende as etapas principais de a) análise de cores $c1$ e pré-codificação de cores $c2$, preferencialmente tal etapa sendo uma etapa de

acromatização c12, ou seja, conversão da imagem em escala monocromática; b) quadração c3; c) fatoração c4; d) sumarização i1; e) comparação r1; f) seleção e classificação r2. Obviamente, as etapas podem ser realizadas de acordo com as sub-etapas e características já acima explanadas. Em uma configuração preferencial de tal método, a etapa de comparação r1 é preferencialmente realizada por meio da comparação dos resumos das imagens com dados da tabela de índice realizada nas etapas anteriores, e a etapa de seleção e classificação é realizada por meio da ordenação das imagens segundo grau de semelhança, que é obviamente realizada segundo parâmetros de controle, seleção e classificação pré-determinados.

[87] Como a maioria das etapas já é anteriormente descrita, a seguir serão explanadas as etapas não previamente descritas de acordo com uma configuração específica de acordo com a presente invenção.

[88] Na etapa de determinação, os autovetores resumidos extraídos da imagem de entrada (X) são comparados com os autovetores resumidos presentes na tabela/árvore de índices (Y) um a um utilizando o coeficiente de determinação (R^2), cujo cálculo é dado pela equação abaixo,

$$R^2 = 1 - \frac{SQe}{SQe + SQr}$$

onde: SQe ou a variação não explicada é o somatório do quadrado dos erros, ou seja, das diferenças entre o valor de y e o valor correspondente de y previsto pelo modelo (Equação 7.1), e SQr ou a variação explicada é o somatório do quadrado das diferenças entre o valor de y previsto e a média de y , determinados de acordo com as equações abaixo,

$$SQ_e = \sum_i (y_i - \hat{y})^2$$

$$SQ_e = \sum_i (y_i - \hat{y})^2$$

onde: y_i corresponde aos valores de cada autovetor resumido Y; \hat{y} corresponde ao valor de y previsto usando o modelo de regressão linear derivado dos dados de X e Y. O valor de \hat{y} , por sua vez, é determinado pela equação abaixo,

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_i$$

onde, β_0 e β_1 são, respectivamente, o intercepto e a inclinação do modelo de regressão linear, estimados a partir dos valores de X e Y utilizando o método de mínimos quadrados, e x_i corresponde aos valores de cada autovetor resumido X, e ainda \bar{y} é a média dos valores do autovetor resumido Y.

[89] Na etapa de seleção e classificação as imagens ou quadros cujo valor de R^2 relativo ao primeiro autovetor for igual ou superior ao limiar de correspondência definido (por exemplo 0,9) são selecionados e então ordenados segundo a quantidade de autovetores cujo valor de R^2 for igual ou superior ao limiar de correspondência. Caso haja entre as k imagens melhor classificadas alguma cuja quantidade de autovetores com R^2 satisfatório for igual a um, então as imagens com apenas um R^2 satisfatório são reordenadas com base nos R^2 dos três primeiros autovetores.

[90] Por fim, como resultado, é previsto que sejam entregues as k imagens ou quadros que obtiverem melhor classificação no passo anterior.

[91] Neste sentido, é previsto que os métodos acima descritos sejam particularmente úteis quando utilizados em

imagens médicas, particularmente em exames sendo realizados em tempo real, em que, caso um conjunto de imagens associadas a um determinado rótulo identificador (por exemplo um conjunto de imagens de lesões associados ao rótulo "adenocarcinoma") tenham sido previamente fornecidas e suas características "aprendidas" por meio do método proposto, o critério de entrada pode ser um identificador ou um rótulo.

[92] Alternativamente à tabela ou árvore de índices, a busca pode ser feita diretamente sobre vídeos e/ou imagens codificados, sem a necessidade de decodificação da imagem ou vídeo.

VANTAGENS E MODIFICAÇÕES

[93] A presente invenção aplica a decomposição em valores singulares apenas uma vez por unidade de codificação. A seleção dos valores singulares e autovetores significativos para a codificação é fundamentada na qualidade visual da imagem reconstruída. A presente invenção não prevê a predição de movimento, e por isso não requer o cálculo de resíduos. A predição de movimento e, conseqüentemente, a codificação de resíduos prejudica a análise de padrões que é possível a partir dos autovetores e valores singulares codificados.

[94] Além disso, na presente invenção, os componentes de cor são pré-codificados antes de serem transformados, de modo a reduzir a representação e aumentar a taxa de compressão da imagem. Cabe ressaltar que a pré-codificação preserva intacta a informação de luminância a fim de favorecer a qualidade visual da imagem reconstruída, a extração de características e a aplicação de técnicas de reconhecimento de padrões.

[95] Esse aspecto é ainda favorecido pelo fato de os dados serem ordenados por nível de importância na recomposição da imagem original, favorecendo a identificação instantânea dos dados mais significativos para as tarefas de indexação e/ou reconhecimento de padrões.

[96] Outro aspecto que favorece a indexação e o reconhecimento de padrões nas imagens codificadas reside no fato de que a fatoração obtida pela Decomposição em Valores Singulares reduz drasticamente a influência de variações na luminosidade sobre as comparações entre imagens. Por exemplo, duas ou mais imagens obtidas de uma mesma cena com graus de iluminação diferentes, após a decomposição produzem autovetores iguais ou muito próximos, facilitando a identificação das semelhanças entre imagens pelo conteúdo, independentemente do grau de luminosidade presente na cena.

[97] A proposta da presente invenção permite a análise de padrões em tempo real sem a necessidade de decodificação das imagens, e permite um nível adicional de compressão de cores decorrente de análise estatística prévia, sem perda de resolução quanto à luminância, o que favorece a qualidade e a aplicação de técnicas adicionais de reconhecimento de padrões em imagens.

[98] Além disso, a invenção proposta define a quantidade de autovalores e autovetores codificados para cada quadro/imagem de acordo com a qualidade desejada da imagem reconstruída após a decodificação, tornando o controle de compressão/qualidade da imagem independente de análise prévia, e sua compressão é baseada unicamente na decomposição em valores singulares.

[99] A presente invenção tem a proposta que permite a

análise de padrões de forma completamente instantânea em tempo real, o que não é possível no método do documento citado. A presente invenção, além disso, é um método de codificação e compressão de baixa complexidade acarretando eficiência e rapidez no processamento das imagens e, ainda, é aplicável em qualquer tipo de imagem ou *frame* de vídeo.

[100] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de codificação de imagens ou vídeos **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas de:

- a) análise de cores (c1);
- b) pré-codificação (c2);
- c) quadração (c3);
- d) fatoração (c4); e
- e) codificação (c5).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de compreender a etapa adicional de extração de características (c6) das imagens ou vídeos.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de a etapa de análise de cores (c1) ser realizada por meio de uma análise estatística prévia, configurada de modo a minimizar a representação das cores com base na frequência de cores observadas.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de a análise estatística identificar as cores mais frequentes nas imagens, estabelecer uma estrutura de dados de representação compacta das cores, converter os pixels da imagem/quadro na representação compacta de cores.

5. Método, de acordo com a reivindicação 3 ou 4, **caracterizado** pelo fato de a etapa de análise de cores normalizar a imagem/quadro no modelo YCbCr, YUV, YIQ ou HSL.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 3 a 5, **caracterizado** pelo fato de a etapa de análise de cores estabelecer uma média ponderada dos valores dos componentes de cor para cada valor de luminância, aplicar pesos na média ponderada de acordo com a frequência de

ocorrência da combinação dos valores dos componentes e converter os valores segundo a distância em relação à média.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de a etapa de pré-codificação recodificar as informações de cores de cada imagem/quadro processado com menor número de bits.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato de a etapa de quadração subdividir a imagem/quadro em blocos de pixels, aplicar a técnica de corte ou a função matemática matricial de enquadramento e obter a matriz quadrada $MQ_{n \times n}$.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de a etapa de quadração ser aplicada individualmente para cada camada formadora da imagem.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado** pelo fato de a etapa de fatoração realizar a fatoração de cada camada da imagem pela Decomposição em Valores Singulares (SVD).

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de a etapa de fatoração realizar a fatoração de cada camada da imagem pela Decomposição em Valores Singulares (SVD) de acordo com a equação: $MQ_{m \times n} = U_{m \times m} \times \Sigma_{m \times n} \times V_{n \times n}^T$.

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado** pelo fato de a etapa de fatoração realizar a fatoração de cada camada da imagem pela transformação de similaridade.

13. Método, de acordo com reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de a etapa de fatoração realizar a fatoração de cada camada da imagem pela transformação de similaridade de

acordo com a equação: $MQ_{n \times n} = Q \times \overline{MQ_{n \times n}} \times Q^{-1}$.

14. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 13, **caracterizado** pelo fato de os processos de decomposição em valores singulares e de transformação de similaridade serem reversíveis e serem usados na codificação e compactação para o armazenamento e/ou transmissão em tempo real.

15. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de a etapa extração de características realizar a análise de padrões e características dos valores singulares, autovalores ou autovetores de cada camada da imagem ou quadro de vídeo.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de avaliar os valores das diagonais das matrizes de valores singulares ($\Sigma_{m \times n}$) ou da matriz de similaridade $\overline{MQ_{n \times n}}$ e dos autovetores de cada camada das imagens ou quadro de vídeo e determinar padrões em comparação com outros objetos.

17. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 2, 15 ou 16, **caracterizado** pelo fato de realizar a análise de padrões em tempo real na transmissão de vídeos sem a necessidade de decodificação ou reprocessamento.

18. Método de indexação de imagens ou vídeos codificados, **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas de:

- a) codificação das imagens, conforme definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 17;
- b) sumarização (i1); e
- c) ordenação (i2).

19. Método, de acordo com a reivindicação 18,

caracterizado pelo fato de a etapa de análise de cores (c1) e pré-codificação de cores (c2) ser realizada por meio de uma etapa de acromatização (c12).

20. Método, de acordo com a reivindicação 18 ou 19, **caracterizado** pelo fato de a etapa de sumarização (i1) compreender a ordenação de autovalores de modo decrescente e os respectivos autovetores são reordenados conforme a ordem dos autovalores correspondentes.

21. Método, de acordo com a reivindicação 20, **caracterizado** pelo fato de a etapa de sumarização (i1) compreender a simplificação dos p autovetores mais significativos aplicando-se o cálculo da média quadrática (RMS ou *Root Mean Square*) sobre os valores de cada autovetor.

22. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** pelo fato de a etapa de sumarização (i1) compreender o cálculo da média quadrática sobre os valores de cada autovetor ser calculado por meio da equação

$$V_{iRMSj} = \sqrt{\frac{1}{n}(v_{ij_1}^2 + v_{ij_2}^2 + \dots + v_{ij_n}^2)}$$

23. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 22, **caracterizado** pelo fato de a etapa de ordenação (i2) ser realizada por meio da ordenação dos autovetores resumidos e organizados na forma de tabela ou árvore.

24. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** pelo fato de a etapa de ordenação (i2) ser realizada preservando-se a correspondência com a imagem ou quadro de vídeo de referência de modo a facilitar a busca e permitir a recuperação posterior.

25. Método de recuperação de imagens ou vídeos

codificados e indexados, **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas de:

- a) indexação das imagens, conforme definido em qualquer uma das reivindicações de 18 a 25;
- b) comparação (r1); e
- c) seleção e classificação (r2).

26. Método, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado** pelo fato de a etapa de comparação (r1) ser realizada por meio da comparação dos autovetores resumidos extraídos da imagem ou quadro de vídeo de entrada com os autovetores resumidos presentes na tabela/árvore de índices previamente determinados.

27. Método, de acordo com a reivindicação 25 ou 26, **caracterizado** pelo fato de a etapa de seleção e classificação (r2) ser realizada por meio da seleção e classificação das imagens ou quadros cujo valor de R^2 relativo ao primeiro autovetor for igual ou superior ao limiar de correspondência definido.

28. Método, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de a etapa de seleção e classificação (r2) ser realizada por meio da ordenação segundo a quantidade de autovetores cujo valor de R^2 for igual ou superior ao limiar de correspondência.

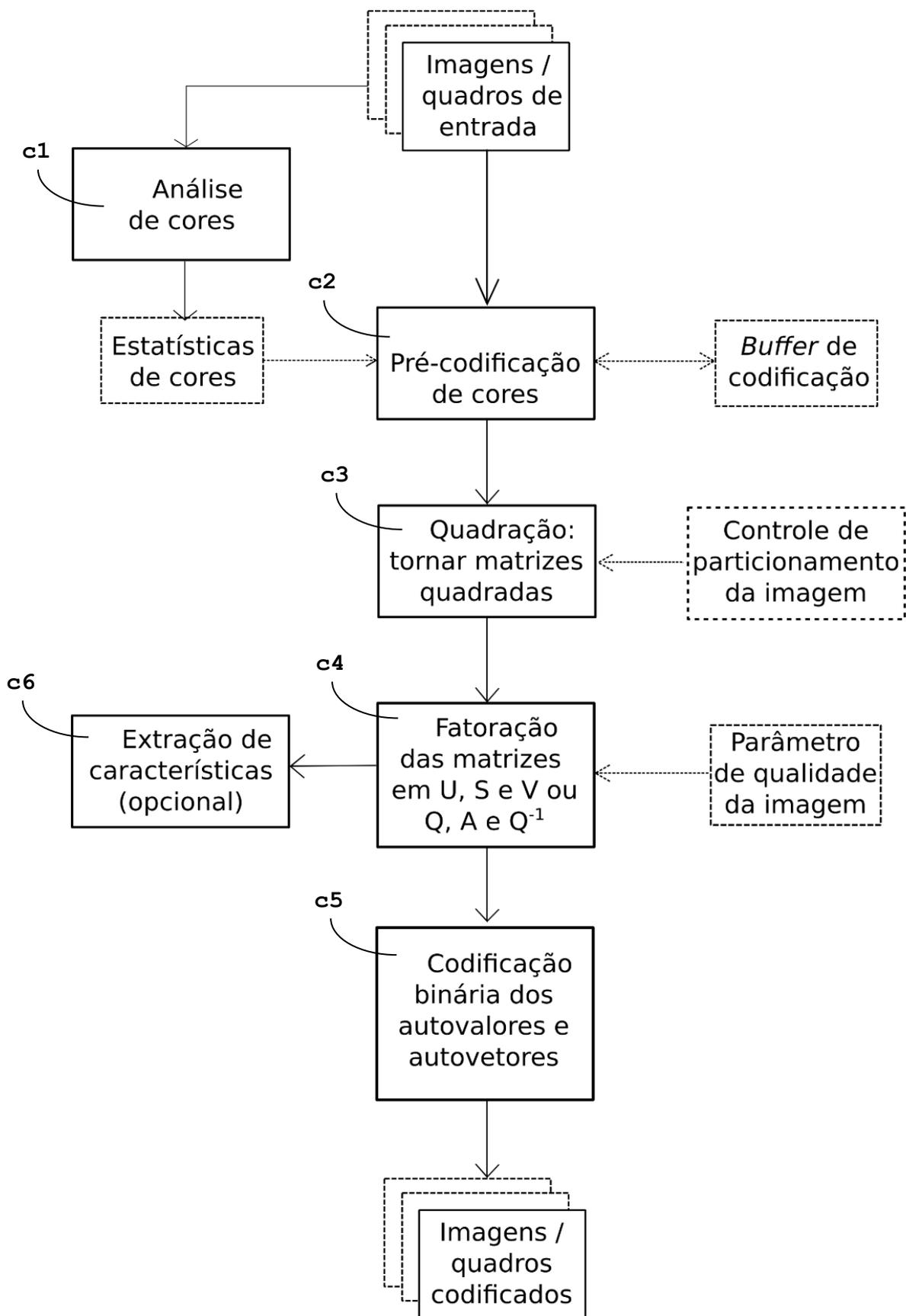
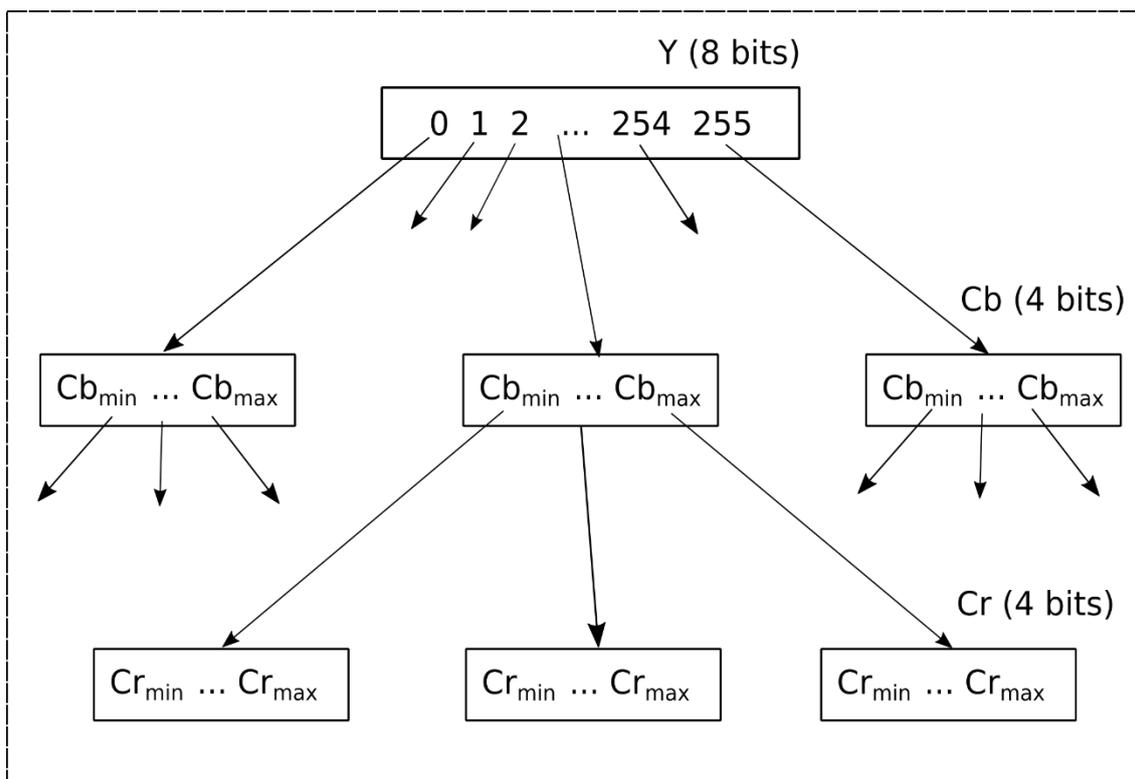
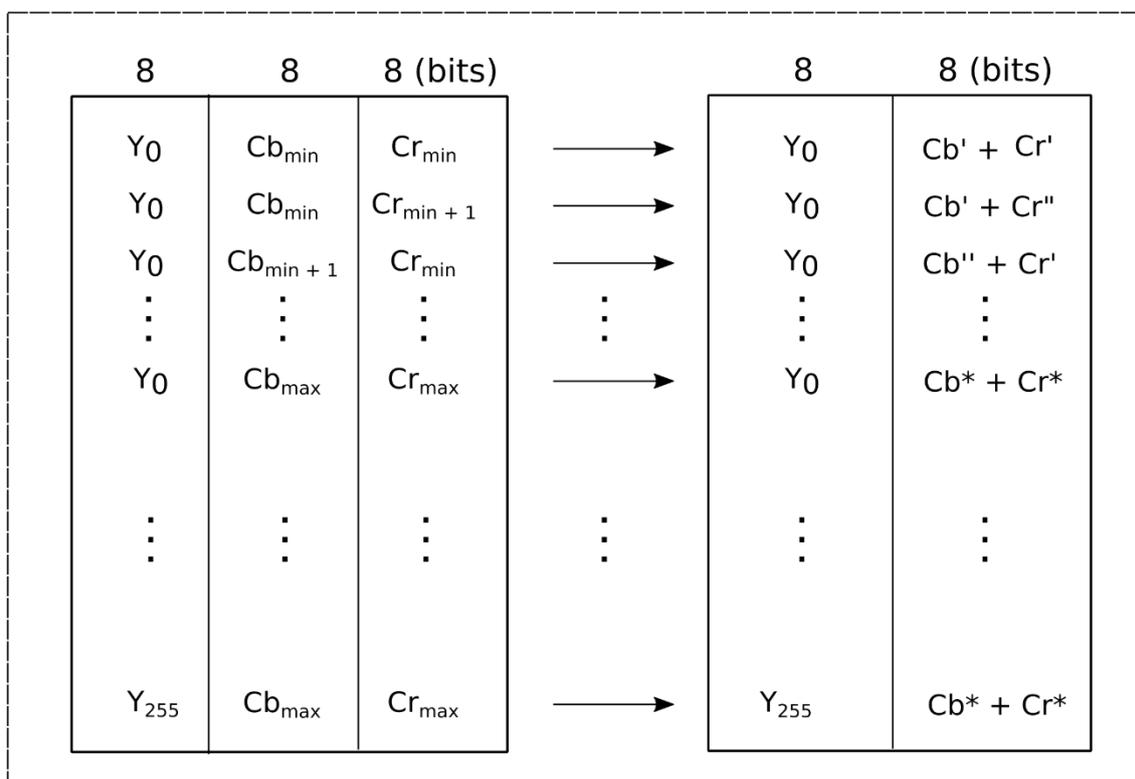


Figura 1



(a) Estrutura de dados (árvore) de cores mais frequentes



(b) Mapeamento de cores da pré-codificação

Figura 2

Exemplo de extração de características

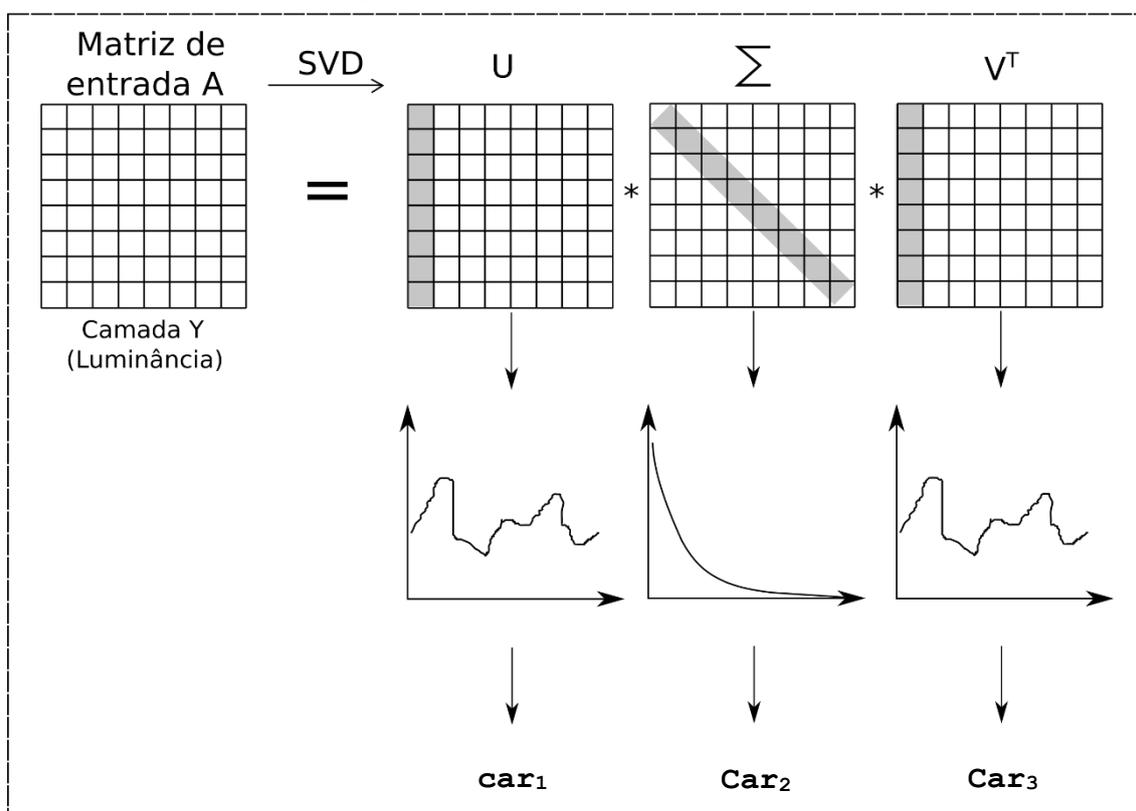


Figura 3

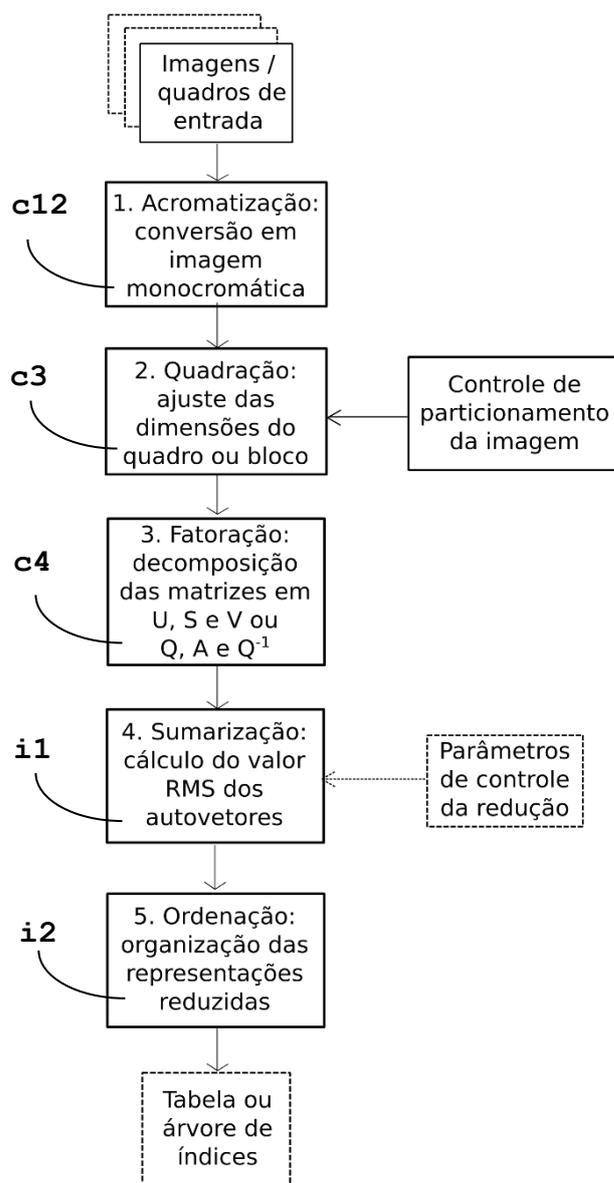


Figura 4

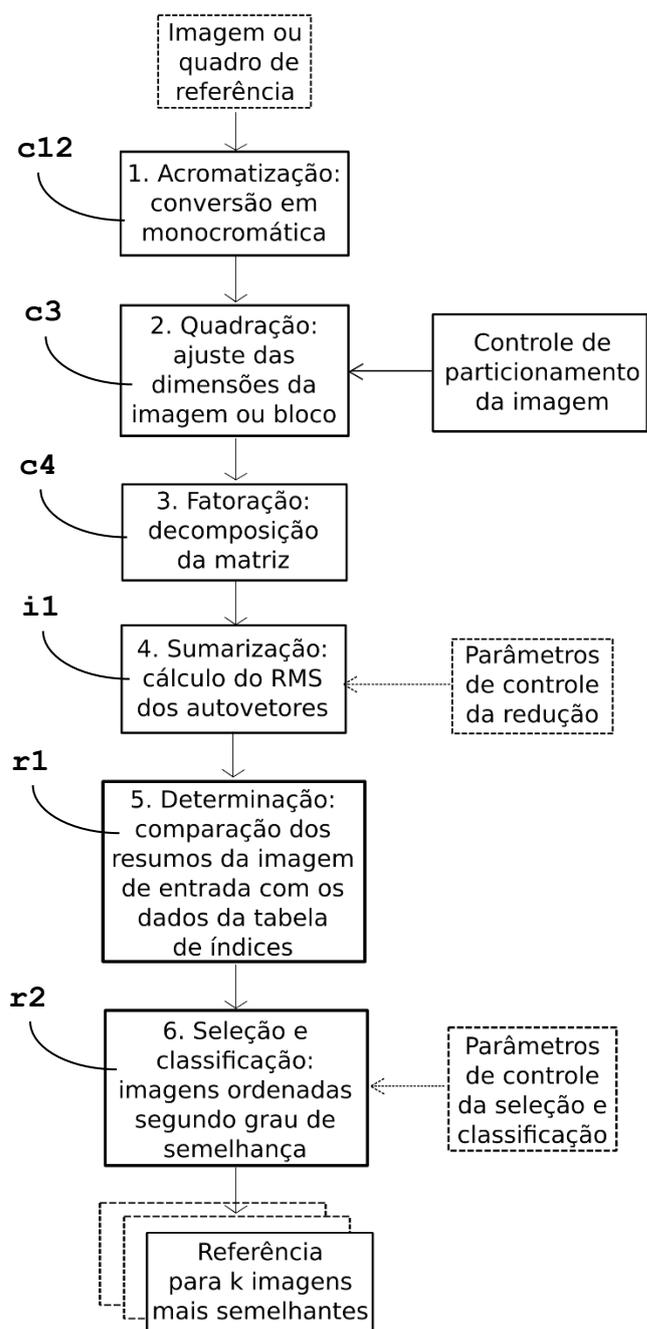


Figura 5

RESUMO**MÉTODO DE CODIFICAÇÃO DE IMAGENS OU VÍDEOS, MÉTODO DE INDEXAÇÃO DE IMAGENS OU VÍDEOS CODIFICADOS E MÉTODO DE RECUPERAÇÃO DE IMAGENS OU VÍDEOS CODIFICADOS E INDEXADOS**

A presente invenção consiste em um método de codificação de imagens e vídeos e de extração de características que permite a compressão e a discretização dos objetos. O método usa a Decomposição em Valores Singulares, ou uma Transformação de Similaridade e suas variantes - sendo puramente matemático - reduzindo a complexidade da codificação para transmissão ou armazenamento e, simultaneamente, extrai recursos para reconhecimento de padrões e indexação, seleção e recuperação baseadas em rótulos e conteúdos visuais e apresentação de imagens ou vídeos. O método apresenta, também, uma análise estatística prévia de cores obtidas de amostras representativas formando um mapa de probabilidade baseado na frequência de cores que leva à representação compacta das mesmas.

A presente invenção também descreve um método de indexação de imagens ou vídeos codificados e um método de recuperação de imagens ou vídeos codificados e indexados, que não necessita realizar a decodificação das imagens antes de realizar a indexação e/ou recuperação das imagens, podendo assim ser realizada por meio de cálculos diretos que simplificam a necessidade computacional e diminuem o tempo de resposta.