



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

(11) PI 0811626-1 B1



(22) Data do Depósito: 13/06/2008

(45) Data de Concessão: 20/08/2019

(54) Título: MÉTODO E DISPOSITIVO IMPRIMIR MARCA D'ÁGUA EM DADOS CODIFICADOS DE EXTENSÃO VARIÁVEL, FLUXO CONTÍNUO DE DADOS CODIFICADOS DE EXTENSÃO VARIÁVEL E MÍDIA LEGÍVEL POR PROCESSADOR

(51) Int.Cl.: G06T 1/00.

(30) Prioridade Unionista: 02/11/2007 US PCT/US2007/023172; 14/06/2007 US 60/934.634.

(73) Titular(es): CONTENTARMOR.

(72) Inventor(es): JEFFREY ADAM BLOOM; DEKUN ZOU.

(86) Pedido PCT: PCT US2008007441 de 13/06/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/154041 de 18/12/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/11/2009

(57) Resumo: MÉTODO E DISPOSITIVO IMPRIMIR MARCA D'ÁGUA EM DADOS CODIFICADOS DE EXTENSÃO VARIÁVEL, FLUXO CONTÍNUO DE DADOS CODIFICADOS DE EXTENSÃO VARIÁVEL E MÍDIA LEGÍVEL POR PROCESSADOR Várias implementações são fornecidas, por exemplo, para a determinação do dado com impressão de marca d'água, execução da impressão da marca d'água, e processamento da impressão de marca d'água. Pelo menos, uma implementação imprime a marca d'água no fluxo de bits em padrão AVC fazendo uso da codificação por entropia no padrão CAVLC. O dado com impressão de marca d'água pode ser determinado em um estágio de pré-processamento e armazenado para uso posterior em um fluxo de bits com marca d'água. Um método acessa (810) o dado codificado de extensão variável incluindo-se uma codificação de informação identificando uma referência real utilizada para codificação prognosticada de uma imagem. A codificação da informação apresenta um valor particular. O método determina (830) um valor alternativo que seja diferente do valor particular, de modo que o valor alternativo consista de uma codificação de informação alternativa identificando uma referência diferente da atual referência. O valor alternativo é para uso na impressão de marca d'água do dado codificado de extensão variável.

"MÉTODO E DISPOSITIVO IMPRIMIR MARCA D'ÁGUA EM DADOS CODIFICADOS DE EXTENSÃO VARIÁVEL, FLUXO CONTÍNUO DE DADOS CODIFICADOS DE EXTENSÃO VARIÁVEL E MÍDIA LEGÍVEL POR PROCESSADOR"

Referência Correlata a Pedidos Relacionados

5 Este pedido reivindica o benefício de cada um dos seguintes documentos: (1) Pedido Provisório Nº de Série 60/934634, intitulado "Modifying a Coded Bitstream", e depositado em 14 de Junho, 2007 (Documento Jurídico PU070137), e (2) Pedido PCT Nº PCT/US2007/023172, intitulado "Modifying a Coded Bitstream", depositado em 2 de Novembro, 2007 (Documento Jurídico PU070063). Cada um desses pedidos de prioridade é incorporado no presente relatório em sua totalidade.

FUNDAMENTOS

Campo Técnico

Pelo menos, uma das implementações descritas neste relatório diz respeito a codificação.

15 Descrição do Estado Anterior da Técnica

Tipicamente, uma impressão de marca d'água envolve modificar-se uma porção dos dados de tal maneira que a marca d'água possa vir a ser detectada posteriormente. Vários tipos diferenciados de dados podem ser marcados assim, incluindo-se dados codificados. Entretanto, os esquemas de codificação estão progredindo e os mecanismos existentes para a modificação dos dados codificados podem não fornecer as condições de capacitação para impressão das marcas d'água desejáveis para tais esquemas de codificação avançados.

SUMÁRIO

De acordo com um aspecto generalizado, o dado codificado de extensão variável é acessado para a inclusão de codificação de informação identificando uma referência real utilizada para codificação de prognóstico de uma imagem, tendo a codificação da informação um valor particular. Um valor alternativo é determinado de maneira diferenciada do valor particular, de modo que o valor alternativo consista de uma codificação de informação alternativa que identifica uma referência diferente da referência real. O valor alternativo é destinado para uso de impressão de uma marca d'água no dado codificado de extensão variável.

De acordo com outro aspecto genérico, um decodificador de entropia é destinado para decodificação do dado codificado de extensão variável incluindo-se uma codificação de informação identificando uma referência real usada para codificação de prognóstico de uma imagem. A codificação da informação assume um valor particular. Um gerador de marca d'água é acoplado junto ao decodificador de entropia destinado a determinação de um valor alternativo diferente do valor particular, de modo que o valor alternativo consista de uma codificação de informação alternativa identificando uma referência diferenciada da referência

real. O valor alternativo destina-se para uso de impressão de uma marca d'água em dado codificado de extensão variável.

De acordo com outro aspecto genérico, o dado com marca d'água é destinado para uso em dado codificado de extensão variável para impressão de marca d'água que inclua uma codificação da informação identificando uma referência real utilizada para codificação de prognóstico de uma imagem. A codificação da informação assume um valor particular. O dado com marca d'água inclui um valor alternativo que é diferente daquele valor particular, de maneira que o valor alternativo consista de uma codificação da informação alternativa que identifica uma referência diferente da referência real. O valor alternativo apresenta-se como uma substituição para o valor particular para uso de impressão de uma marca d'água no dado codificado de extensão variável.

De acordo com outro aspecto genérico, o dado codificado de extensão variável é acessado com a inclusão de uma codificação da informação identificando uma referência real para prognóstico codificado de uma imagem. A codificação da informação assume um valor particular. Um valor alternativo é acessado sendo diferente do valor particular, de maneira que, o valor alternativo consista de uma codificação da informação alternativa identificando uma referência diferente da referência real. O valor alternativo é inserido no dado codificado de extensão variável na forma de uma substituição ao valor particular junto a marca d'água da imagem.

De acordo com outro aspecto genérico, o dado codificado de extensão variável representa a codificação de uma imagem. O dado codificado de extensão variável inclui uma codificação de informação identificando uma referência alternativa que seja diferente da atual referência usada para codificação de prognóstico da imagem. A informação identificando a referência alternativa provêm uma marca d'água para a imagem.

De acordo com outro aspecto genérico, decodifica-se o dado codificado de extensão variável para codificação de uma imagem. O dado codificado de extensão variável inclui uma codificação de informação identificando uma referência alternativa que é diferente de uma atual referência utilizada no prognóstico codificado de uma imagem. A informação identificando a referência alternativa fornece uma marca d'água para a imagem.

De acordo com outro aspecto genérico, uma imagem em domínio pixel inclui um fator detectável advindo de uma marca d'água de uma codificação de extensão variável de um ou mais elementos de sintaxe a partir de um prognóstico de codificação da imagem. A codificação de extensão variável inclui uma codificação de informação identificando uma referência alternativa que seja diferente de uma atual referência utilizada na codificação de prognóstico da imagem. Com a informação identificando a referência alternativa fornecendo a marca d'água para a imagem.

De acordo com outro aspecto genérico, a codificação de um prognóstico de uma

versão de marca d'água de uma imagem consiste de uma codificação de extensão variável. O dado codificado de extensão variável inclui o indicador de uma referência momentânea sendo utilizada na codificação da versão da imagem possuindo marca d'água e um indicador de um resíduo resultante. A versão da imagem possuindo marca d'água apresenta uma característica detectável que fornece uma marca d'água. A característica detectável resulta da (1) modificação de uma codificação de extensão variável prévia de uma codificação de prognóstico anterior da imagem, a codificação de prognóstico anterior tendo como base uma referência anterior e incluindo informação identificando a referência anterior, sendo que a modificação inclui distorção da informação de maneira a indicar uma referência alternativa fornecendo a característica detectável para a imagem, e (2) decodificação da codificação de extensão variável anterior e o codificação de prognóstico anterior da imagem para a produção da versão da imagem com marca d'água aonde encontra-se presente a característica detectável.

De acordo, com outro aspecto genérico, a informação é acessada identificando uma localização no dado codificado de extensão variável aonde uma codificação de extensão variável da informação encontra-se localizada. A informação identifica, pelo menos, uma das duas referências associadas com um prognóstico de codificação de uma imagem. A codificação da informação é acessada em uma localização no dado codificado de extensão variável. Determina-se, com base na codificação da informação, aonde, pelo menos, duas referências são identificadas. A informação de carga útil é determinada com base em um resultado determinando-se, pelo menos, qual das duas referências será identificada.

De acordo com outro aspecto genérico, uma imagem em domínio pixel é acessada incluindo um fator detectável advindo de uma marca d'água de uma codificação de extensão variável de um ou mais elementos de sintaxe a partir da codificação de prognóstico da imagem. A codificação de extensão variável inclui uma codificação de informação identificando uma referência alternativa que seja diferente de uma referência real utilizado no prognóstico de codificação da imagem. A informação identificando a referência alternativa provém a marca d'água para a imagem. A detecção do metadado é acessada indicando uma localização na imagem em domínio pixel aonde localiza-se o fator detectável. A imagem em domínio pixel na localização é analisada para a determinação de um valor para o fator detectável. A detecção adicional de metadado é acessada indicando um valor de comparação para o fator detectável. O valor determinado para o fator detectável é comparado com o valor de comparação. A informação de carga útil é determinada com base em um resultado comparativo.

Os detalhes referentes a uma ou mais implementações são estabelecidos nos desenhos de acompanhamento e pela descrição a seguir. Mesmo se descritas em uma maneira particular, deve estar claro que as implementações podem ser configuradas ou personalifi-

cadas em várias maneiras. Por exemplo, uma implementação pode ser executada na forma de um método, ou personificada na forma de uma aparelhagem configurada para desempenho de um conjunto de operações, ou personificada na forma de uma aparelhagem armazenando instruções para o desempenho de um conjunto de operações, ou personificada como 5 um sinal. Outros aspectos e fatores tornar-se-ão aparentes a partir da descrição detalhada a seguir considerada em conjunto com os desenhos de acompanhamento e as reivindicações.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 consiste de um diagrama de blocos de uma implementação para impressão de marca d'água em um fluxo codificado por entropia.

10 A Figura 2 compreende de um diagrama de blocos apresentando uma ordenação de operações utilizadas na modificação de um fluxo de bits codificado.

A Figura 3 ilustra quatro modos de prognóstico.

15 A Figura 4, incluídas as Figura 4a e Figura 4b, consiste de uma tabela apresentando tipos de macroblocos para um padrão particular, e apresentando informação adicional que é determinada pelos tipos de macro blocos.

A Figura 5 consiste de uma tabela mostrando uma codificação exponencial Golomb fornecida em um padrão particular.

A Figura 6 consiste de um fluxograma de uma implementação para a determinação de valores de detecção para modos de prognóstico interno alternativos.

20 A Figura 7 consiste de um fluxograma de uma implementação para a determinação de metadado com impressão de marca d'água.

A Figura 8 consiste de um fluxograma de uma implementação para a determinação de valores alternativos para um indicador de referência.

25 A Figura 9 consiste de um fluxograma de uma implementação para inserção de valores de reposição.

A Figura 10 consiste de um fluxograma de uma implementação para inserção de valores alternativos para um indicador de referência.

A Figura 11 consiste de um fluxograma de uma implementação para identificação de uma carga útil advinda dos dados com marca d'água.

30 A Figura 12 consiste de um fluxograma de uma implementação para identificação de uma carga útil a partir do dado de imagem com marca d'água.

A Figura 13 consiste de um diagrama de blocos de uma implementação referente a conteúdo com impressão de marca d'água e com detecção de uma carga útil.

DESCRIÇÃO DETALHADA

35 Ocorrem aplicações de impressão de marca d'água em meios de multimídias aonde a impressão de marca d'água deve modificar um fluxo de bits codificado por entropia para obtenção de um fluxo de bits apresentando a marca d'água que permanecerá satisfazendo

tanto o esquema de codificação por entropia quanto o formato de dado inerente (ou seja, o padrão de compressão). Frequentemente, é necessário ainda que o processo de impressão de marca d'água não venha a introduzir artefatos perceptíveis no dado de multimídia e que a carga útil embutida seja recuperável mesmo após haver a descompressão e processamento.

5 Para muitas aplicações o processo de impressão de marca d'água pode apresentar acesso a alguns dados meta embutidos que foram, normalmente, pré-computados em uma análise ou estágio de pré-processamento. Pelo menos uma implementação descrita neste relatório refere-se ao processo de impressão, a geração de tal metadado embutido para aquele processo de impressão, e a recuperação da carga útil embutida referente aquele processo de impressão.

10

Pelo menos, uma implementação fornece uma marca d'água junto a um fluxo de bits do tipo H.264/MPEG-4AVC através da modificação de um fluxo de bits codificado por entropia diretamente sem a necessidade de decodificação e recodificação entrópica. A modificação fornece a marca d'água. Em um tal tipo de implementação, o código por entropia

15 consiste de um esquema de codificação conhecido como Codificação de Extensão Variável Adaptativa com Base no Contexto (CAVLC), com ampla utilização no padrão tipo H.264/MPEG-4 AVC (“AVC”).

O padrão AVC é referenciado ainda pela Organização Internacional para a Padronização/Comissão Internacional Eletrotécnica do Grupo-4 de Especialistas em Imagens Móveis (MPEG-4) Parte 10 para Padrão de Codificação de Vídeo Avançado (AVC) /Recomendação H.264 pela União Internacional de Telecomunicações, Setor de Telecomunicações (ITU-T). O padrão CAVLC pode ser também empregado em extensões ao padrão AVC. Um primeiro tipo de tal extensão consiste de uma extensão (Annex G) de codificação de vídeo escalonável (“SVC”) referida como a extensão AVC de codificação de vídeo escalonável H.264/MPEG-4 (a “extensão SVC”). Um segundo tipo de extensão consiste de uma extensão (Annex H) de vídeo de multi visualização (“MVC”) referida como a extensão AVC, MVC H.264/MPEG-4 (a “extensão MVC”).

Em, pelo menos, uma implementação envolvendo o padrão AVC, um macrobloco é codificado com prognóstico e os elementos de sintaxe da codificação com prognóstico são codificados por entropia posteriormente, utilizando-se o padrão CAVLC. Para prognóstico interno, diferenciadamente do prognóstico intermediário, um macrobloco é codificado com prognóstico sem o recurso de outras imagens. Ou seja, sem a utilização de imagens referenciais. Em lugar disso, o macrobloco é codificado com prognóstico em função dele próprio ou em função de outro macrobloco presente na mesma imagem (uma imagem pode consistir, por exemplo, de um quadro ou um campo). Um dos elementos de sintaxe referente aos macroblocos com prognóstico interno consiste de um tipo de macrobloco, vindo a indicar o modo de prognóstico interno bem como outras informações. Em pelo menos uma implemen-

tação, o tipo de macrobloco (o tipo macrobloco “antigo”) para um macrobloco é alterado para um novo tipo de macrobloco, de maneira que seja indicado um modo diferente de prognóstico interno para um macrobloco 16x16 em particular. Contudo, todas as outras informações indicadas pelo tipo de macrobloco antigo permanecem inalteradas. Além do mais, o novo

5 tipo de macrobloco (o elemento de sintaxe) compreende o padrão CAVLC codificado utilizando a mesma quantidade de bits empregada na codificação do tipo de macrobloco antigo.

A mudança acima nos tipos de macroblocos pode ser feita para embutir-se uma marca d'água no dado. Além disso, a determinação da reposição do tipo de macrobloco e a correspondente reposição de bits CAVLC podem ser feitas fora de serviço, e então, posteriormente quando o conteúdo (por exemplo, o dado de vídeo) for acessado, a reposição de bits CAVLC pode ser realizada em uma maneira eficiente em tempo real não havendo necessidade de decodificação de entropia. Outras implementações, entretanto, desempenham toda ou parte da reposição após a decodificação ter sido realizada, tanto durante o processo de determinação da informação de reposição, ou em um estágio subsequente.

15 Em muitas aplicações existe a necessidade de um mercado crescente para impressão de marca d'água em um fluxo de vídeo comprimido. Abordagens anteriores procediam a descompressão do fluxo, aplicando a impressão da marca d'água no domínio pixel, e então, recomprimindo o dado no domínio pixel modificado. Um avanço inicial foi o de usar a informação a partir do fluxo comprimido original para simplificação da recompressão. Isto veio a ser melhorado com técnicas que parcialmente descomprimiam o fluxo através de aplicação da decodificação de entropia e análise do fluxo de bits codificado. Após a decodificação de entropia, os algoritmos com impressão de marca d'água trabalhavam diretamente nos elementos de sintaxe, caracterizados pelos coeficientes e vetores de movimento. Após o fluxo 20 ter sido modificado para representação do dado com marca d'água, aplicava-se a codificação por entropia. Faz-se a descrição de várias implementações contidas neste relatório, em que, pelo menos, algumas das quais aplicam a impressão de marca d'água em um fluxo de bits codificado por entropia diretamente sem as etapas de recodificação e decodificação de entropia.

30 A impressão de marca d'água junto a um fluxo CAVLC de acordo com, pelo menos, parte da implementação descrita envolve a mudança de um elemento de sintaxe codificado no fluxo CAVLC. Em regra, a mudança de um elemento de sintaxe codificado irá originar uma mudança na extensão de bits codificado. Pelo menos, uma implementação endereça a situação em que a extensão de bits codificados é mantida constante, porém outras implementações possibilitam a que a extensão dos bits codificados varie.

35 Pelo menos, parte deste relatório concentra-se na maneira como se faz a geração de metadados para obtenção de se embutir uma impressão de marca d'água no encadeamento. Pelo menos, uma implementação altera o modo de prognóstico interno, sendo robus-

ta para várias modificações do fluxo de bits. Outras implementações podem modificar a codificação no padrão CAVLC de coeficientes de resíduos. Uma vantagem da modificação do modo de prognóstico interno é que através da mudança de uma quantidade relativamente pequena de bits (por exemplo, 7 bits em uma implementação descrita abaixo) em um fluxo de bits de padrão CAVLC, uma mudança ampla e detectável (embora não perceptível) pode ser fornecida para um dado bloco. Tal mudança pode também ser projetada de maneira que seja robusta a alterações no fluxo de bits codificado. Por exemplo, caso o fluxo de bits codificado seja decodificado e daí recodificado utilizando diferentes parâmetros (por exemplo, tamanhos de blocos, ou modos para blocos individuais), o fluxo de bits apresentar-se-á potencialmente completamente diferente, mas pode-se esperar que alterações originais venham a ser detectadas através de análise dos valores pixels decodificados.

Fornece-se uma breve discussão do padrão CAVLC e da Impressão de Marca d'Água para atendimento quanto a compreensão de várias implementações. Frequentemente, estas discussões são de caráter específico. Contudo, elas não pretendem ser completas e, ainda, cada detalhe nestas discussões pode não necessariamente se aplicar a todas as implementações descritas neste relatório. Além disso, estas discussões incluem muito material que é do conhecimento de especialistas na área. Entretanto, estas discussões irão invariavelmente incluir material, ou então a organização do material, de aspecto inovativo, muito embora tais circunstâncias não possam ser salientadas especificamente. Estas discussões não pretendem limitar o alcance da aplicação. Em contrário, estas discussões proporcionam um ou mais contextos específicos, de muitos contextos possíveis, atendendo o leitor na compreensão das implementações.

Fornece-se adiante uma discussão do padrão CAVLC. A etapa final em muitos métodos de compressão de vídeo consiste de menor perda da codificação por entropia do dado comprimido. No padrão AVC, o padrão CAVLC é habitualmente utilizado para codificação por entropia. O padrão CAVLC é uma técnica de codificação bem conhecida e faz parte de uma classe de técnicas de codificação referenciadas como códigos de extensão variável. Em regra, os códigos de extensão variável, em contraste, por exemplo, com os códigos de extensão fixa, designam palavras de código de menor extensão junto aos valores de elementos de sintaxe que apresentem, ou sejam aguardados apresentar, uma taxa mais elevada de ocorrência. O padrão CAVLC em regra proporciona uma designação separada, entre as palavras códigos e os valores dos elementos de sintaxe, para cada tipo de elemento de sintaxe. Os códigos de extensão variável compreendem de uma classe de códigos que se insere dentro da família de códigos por entropia. Os códigos aritméticos, incluindo o CABAC (Codificação Aritmética Binária Adaptativa com Base no Contexto) são outros tipos de classes de códigos que se inserem dentro da família de códigos por entropia. Apresenta-se adiante uma breve discussão do campo genérico de marcas d'água e mais especificamente a

área inclusa neste campo aonde as implementações dizem referência. Os especialistas com conhecimentos na área de marcas d'água são familiarizados com grande parte da informação prestada neste relatório.

A frase “impressão digital de marca d'água”, da forma usada no relatório presente,

5 refere-se, tipicamente a métodos que modificam um trabalho de arte (tipicamente uma imagem, uma sequência de imagem contínua, ou um clipe de áudio) de acordo com algum dado de carga útil, de modo que as seguintes condições sejam satisfeitas:

1. A versão modificada do trabalho é, perceptualmente, indistinguível em relação a versão original do trabalho, e

10 2. O dado de carga útil pode ser recuperado a partir da versão modificada do trabalho em um tempo posterior.

Uma subclasse de métodos de marcas d'água digital, referenciada como “marca d'água digital robusta”, introduz uma terceira condição:

15 3. O dado de carga útil pode ser recuperado a partir de uma versão distorcida da versão modificada do trabalho, aonde a distorção pode ter sido introduzida pelo processamento comum do sinal e manuseio do sinal aonde o trabalho modificado possa ter sido manuseado (por exemplo, compressão, filtragem para redução de ruído, acentuações de cor) ou a distorção pode ter sido introduzida intencionalmente em função de uma tentativa em contrário de tornar o dado de carga útil irrecuperável.

20 Ocorrem muitas aplicações de marcas d'água digitais robustas incluindo-se, sem se estar limitado, as seguintes:

1. Identificação do Titular: a carga útil da marca d'água identifica o titular de um trabalho.

25 2. Controle de Cópia: a carga útil de marca d'água indica um direito autoral associado com um trabalho. Os dispositivos para a visualização, duplicação, registro, impressão, distribuição, ou qualquer outra ação podem recuperar o dado de carga útil e restringir a ação para os que possuam autorização ao direito autoral.

30 3. Rastreio da Transação: a carga útil de marca d'água identifica o recipiente a quem a cópia de um trabalho foi legitimamente distribuída. Isto pode ser útil quando se legitimando os recipientes que não receberam os direitos a fazerem distribuições adicionais do trabalho. Caso um trabalho não-autorizado seja descoberto, o titular do conteúdo original pode recuperar a carga útil a partir da cópia não-autorizada e identificar o recipiente responsável pelo uso não-autorizado.

35 Os especialistas na área irão identificar que ocorrem muitas outras aplicações de marcas d'água digitais robustas.

A impressão de marca d'água pode ser realizada na “faixa de base” ou junto aos trabalhos comprimidos. O grupo de imagens na faixa de base ou sequências de imagens

contínuas consistem, por exemplo, de representações no domínio pixel. Os trabalhos de áudio na faixa de base consistem, por exemplo, de amostragens de áudio. Algumas aplicações necessitam da impressão de marcas d'água de um trabalho comprimido. Nesta situação, a saída consiste também de um trabalho comprimido. A etapa derradeira de compressão 5 compreende, tipicamente, a codificação por entropia e a primeira etapa de descompressão consiste tipicamente de decodificação de entropia. O processo de codificação/decodificação entrópico dá-se tipicamente sem perdas, mas o processo de compressão inclui um processo de perdas. Uma abordagem para a impressão de marca d'água de um trabalho comprimido é inicialmente se aplicar a decodificação de entropia, e daí aplicar a 10 descompressão para obter-se uma representação da faixa de base. A representação da faixa de base é marcada com marca d'água e o trabalho resultante com esta marca d'água é comprimido e codificado por entropia. Esta abordagem pode consumir bastante tempo resultando na degradação perceptível da qualidade devido a recompressão.

Para se melhorar a qualidade perceptual e para se reduzir a computação necessária, 15 informações advindas do trabalho comprimido original, tal como vetores de movimento, decisões de modo, fatores de qualidade, e outros tipos de informações, podem ser salvas durante a descompressão e utilizadas durante a recompressão. Isto significa que a recompressão não precisa realizar nenhuma estimativa de movimento (economizando assim tempo e serviço computacional) e o uso dos fatores de quantização originais e decisões de modos 20 pode resultar no melhoramento da qualidade perceptual.

Vem surgindo uma classe de algoritmos de impressão de marcas d'água denominada de “impressão de marca d'água em domínio comprimido”. Estes métodos podem ser vistos desempenhando uma “decodificação parcial” antes da presença da impressão de marca d'água, em troca da “plena decodificação” anteriormente descrita. Neste caso, o trabalho comprimido é primeiramente decodificado por entropia para exposição dos elementos de sintaxe do trabalho comprimido. Estes podem incluir coeficientes (blocos DCT (transformada discreta de coseno) ou coeficientes de comprimentos de onda, por exemplo), vetores de movimento, tipos de imagens, modos de prognóstico, e muitos outros elementos de sintaxe. O algoritmo para impressão de marca d'água modifica diretamente alguns daqueles 25 elementos de sintaxe. Finalmente, os elementos de sintaxe modificados são codificados por entropia para obtenção do trabalho comprimido modificado.

Pelo menos, uma implementação descrita neste relatório insere-se dentro de uma nova classe de algoritmos de impressão de marcas d'água que poderia ser denominada como “impressão de marcas d'água em fluxo codificado por entropia”. Estes métodos modificam diretamente um fluxo codificado por entropia, de acordo com o ilustrado na Figura 1.

Com referência a Figura 1, um sistema 100 desempenha a impressão de marca d'água. O sistema 100 pode ser considerado também como um processo. O fluxo original

comprimido é modificado diretamente pela modificação de fluxo 102, de acordo com a carga útil, e a saída consiste do fluxo comprimido 103 marcado resultante. A carga útil pode ser, por exemplo, o número em série do elemento de conteúdo (por exemplo, um DVD), o modelo do elemento, ou outra informação desejada a ser utilizada para posterior identificação.

- 5 Informa-se o processo de modificação de fluxo em função (1) do local aonde são feitas todas as mudanças e (2) aonde todas as mudanças atuais são feitas. O processo de modificação de fluxo é informado quanto a esta informação através do metadado que pode ser gerado durante um estágio de pré-processamento 104.

O metadado 105 é gerado pela decodificação por entropia 106 (e possivelmente por decodificações adicionais caso sejam utilizadas múltiplas camadas de codificação) do fluxo comprimido original, gerando-se uma marca d'água 108. O metadado identifica as localizações no interior do fluxo aonde as mudanças são para serem feitas (ou seja, aonde será gerada a impressão da marca d'água), indicando como o fluxo deverá ser alterado em resposta a diferentes símbolos na carga útil. As implementações constantes da Figura 1 são descritas em função do metadado gerado através de uma análise dos elementos de sintaxe decodificados do trabalho comprimido. Um aspecto desafiador de um método de impressão de marca d'água consiste na geração do metadado. A descrição adiante explica como isto pode ser feito para uma ou mais implementações.

O parágrafo anterior e a Figura 1 sugerem que possa ocorrer um estágio de pré-processamento 104. Pratico se faz salientar-se a situação em que ocorrem três eventualidades relevantes. A primeira eventualidade é quando/onde o fluxo de bits comprimido é analisado para a geração de alguns metadados. A segunda eventualidade é onde/quando parte ou a totalidade dos metadados gerados na primeira eventualidade são utilizados juntamente com uma específica sequência de símbolos, conhecida como a carga útil, para modificação do fluxo de bits. A terceira eventualidade é onde/quando parte (ou a totalidade ou nenhum) dos metadados gerados na primeira oportunidade é utilizada para análise de um fluxo de bits modificado, de uma sequência de imagens continuadas obtidas pela descompressão do fluxo de bits modificado, ou de uma versão distorcida da sequência de imagens continuadas obtidas pela descompressão do fluxo de bits modificado. A finalidade desta análise, na terceira oportunidade, é a de se recuperar a carga útil.

De modo a entender-se o contexto, considera-se a primeira eventualidade vindo a ocorrer antes da distribuição de um trabalho, a segunda eventualidade vindo a ocorrer durante a duplicação quando a carga útil utilizada para cada cópia identifica de forma única aquela cópia, e a terceira eventualidade ocorrendo após uma cópia não-autorizada do trabalho ter sido encontrada, em cuja oportunidade recupera-se a carga útil com a revelação de quais das cópias distribuídas foi a fonte de origem da cópia não-autorizada. Este exemplo é só para ilustração, e não pretende sugerir quaisquer limitações junto a aplicação desses

conceitos. Além disso, enquanto pode haver requisitos específicos referentes a aplicação, não existe qualquer imposição técnica que a primeira eventualidade (o processamento) e a segunda eventualidade (embutir-se a marca d'água) venham a ser diferentes. De fato, todas as três “eventualidades” podem ser idênticas.

5 Exemplos adicionais são referenciados a Figura 1. O estágio de pré-processamento pode ser executado durante a autorização de um filme para eventual fornecimento, por exemplo. Em um cenário, desempenha-se um processo para identificação de localizações de elementos codificados pelos quais tenham sido determinados valores de reposição aceitáveis. Os resultados daquele processo são armazenados (por exemplo, as localizações de
10 tais elementos codificados e os valores de reposição aceitáveis) no metadado que é incluído com o filme codificado. Para este exemplo, consideremos dois casos. Em um caso, cada entrada do metadado identifica uma localização no fluxo de bits e um valor de reposição aceitável. Em um segundo caso, dois valores de reposição aceitáveis são identificados em cada entrada de metadado.

15 A modificação de fluxo pode ser executada durante a reprodução do filme, aonde, por exemplo, o número de série do elemento (por exemplo, um reprodutor de software, um reprodutor de periféricos de linha, ou um reprodutor de DVD) pode ser utilizado como a carga útil. A carga útil é utilizada, por exemplo, para determinar se deve ser realizada a reposição dos elementos codificados identificados. Por exemplo, caso uma simples alternativa
20 aceitável seja providenciada no metadado, então um numeral “1” na sequência da carga útil pode indicar que o valor original foi substituído com o valor alternativo, e um numeral “0” pode indicar que o valor original foi mantido. Como forma de outro exemplo, todas as localizações identificadas podem ser substituídas, e a carga útil pode indicar quais dos dois valores de reposição providenciados (referentes a cada localização) devam ser usados. Por
25 exemplo, um “0” pode indicar o uso da primeira reposição, enquanto um “1” pode indicar o uso da segunda reposição. Observe-se que as palavras “alternativa” e “reposição” são empregadas com frequência de forma intercambiada nesta aplicação. Ainda, a alternativa (ou reposição) pode se referir a uma variedade de itens, dependendo do contexto. A alternativa pode, por exemplo, consistir de um valor alternativo para um elemento de sintaxe ou um
30 valor alternativo para bits codificados representando um valor ou um elemento de sintaxe.

A recuperação da carga útil pode ser executada em uma localização geográfica que não esteja relacionada com localizações geográficas aonde tenha ocorrido a modificação do fluxo. Em outras palavras, a modificação de fluxo pode ocorrer em Toledo, Ohio e a recuperação da carga útil se realizar em Burbank, Califórnia. O fator essencial é ter-se acesso a
35 um documento contendo o dado com base em um fluxo modificado. Por exemplo, um fluxo modificado pode ser copiado eletronicamente e disposto em um DVD gravável, ou um fluxo modificado pode ser apresentado e então gravado novamente e codificado, e daí colocado

em um DVD gravável. Caso este DVD gravável seja adquirido, então este DVD gravável pode ser analisado para a recuperação da carga útil. A recuperação da carga útil pode ser assistida com o metadado de detecção (mostrado na Figura 1). O metadado de detecção pode indicar, por exemplo, as localizações no fluxo de dados aonde a informação de marca d'água faz-se embutida, bem como os valores de reposição aceitáveis. O metadado de detecção pode também, ou alternativamente, indicar, por exemplo, uma localização no interior de uma imagem (por exemplo, quadro ou campo) aonde a informação de marca d'água esteja voltada para a produção de uma mudança detectável no dado em domínio pixel. Neste último cenário, o metadado de detecção pode indicar também as mudanças aguardadas conforme explicado adiante. O metadado de detecção pode ser produzido na mesma oportunidade que foi produzido o metadado com marca d'água (embutida), ou em um estágio diferente.

Uma “marca d’água” pode se referir, por exemplo, ao dado embutido que substitui o dado original em um fluxo de dados. Uma “marca d’água” pode ainda, ou alternativamente, referir-se ao efeito que é produzido em uma imagem de vídeo exibida, decodificada no conjunto de imagens resultantes com faixa de base do dado de reposição embutido no fluxo de dados. Assim, a “marca d’água” pode se referir a um ou mais dados embutidos ou ao efeito produzido no dado de faixa de base resultante (por exemplo, uma imagem ou um clipe de áudio). Por exemplo, o efeito produzido pode ser uma mudança na luminância de um macrobloco que seja detectável, porém não perceptível ao observador.

Considera-se em seguida uma discussão quanto aos dados com base no padrão CAVLC embutidos em um fluxo de bits codificados no padrão AVC. Uma maneira de obtenção de marca d’água é a de que o fluxo comprimido alterado representa ainda um fluxo válido (permanece dentro do padrão de compressão específico). Este requisito deve ser satisfeito quando a técnica de compressão faz uso de uma técnica de codificação por entropia com extensão variável. Este é o caso para o padrão AVC com CAVLC. O elemento de sintaxe alterado (ou seja, modificado) será codificado utilizando o padrão CAVLC, e esses bits CAVLC modificados irão substituir os valores originais codificados no padrão CAVLC no fluxo de bits. Estes bits podem apresentar a mesma extensão (mesmo números de bits) como a codificação CAVLC do elemento de sintaxe não-modificado, ou podem ter uma extensão diferente. Contudo, se a extensão é a mesma ou não, não existe efeito na precisão referente aos demais bits CAVLC, devido que a codificação no padrão CAVLC de um elemento de sintaxe não depende nas codificações anteriores ou subsequentes do elemento de sintaxe.

Nas várias implementações descritas, ocorrem duas etapas genéricas modificando um fluxo de bits codificado pelo padrão CAVLC, mas as etapas podem ser executadas em qualquer ordem. Na discussão destas etapas, faz-se referência a “Etapa 1” e “Etapa 2”, mas

estes números de etapas não querem representar ou impor qualquer ordem específica ou particular quanto ao desempenho das mesmas. As Figuras 2a e 2b incluem diagramas de bloco 200 e 210 com cada qual apresentando estas duas etapas genéricas.

Fornecido um fluxo de bits no padrão AVC codificado no padrão CAVLC, a Etapa 1

5 deve construir um mapeamento (202) a partir do elemento alvo junto ao bloco codificado original. Em uma implementação prática, isto é feito através da decodificação do fluxo de bits e manutenção do rastreio de cujos bits de fluxo de bits tenham produzido quais elementos de sintaxe. Por exemplo, um decodificador CAVLC pode ser aplicado junto ao fluxo de bits comprimido para exposição dos elementos de sintaxe.

10 A Etapa 2 consiste na busca de um ou mais valores alternativos aceitáveis para o elemento alvo (204). Uma forma de buscar-se os valores alternativos aceitáveis é a de se examinar todos os valores alternativos possíveis e determinar quais, se houver algum, são aceitáveis. Cada valor de sintaxe alternativo possível compreende uma codificação CAVLC gerando os bits alternativos. Em regra, todos os valores de sintaxe alternativos possíveis 15 compreendem de “valores alternativos aceitáveis”. Entretanto, várias implementações introduzem um ou mais critérios adicionais.

20 Um desses critérios consiste na extensão de codificação CAVLC. Devido ao padrão CAVLC ser uma codificação de extensão variável, alguns valores de sintaxe alternativos irão alterar a extensão da codificação CAVLC. Isto é aceitável em algumas implementações, mas outras implementações impõem um requisito em que a extensão de codificação CAVLC permanece idêntica antes ou depois da presença da marca d'água. Outros critérios relacionam-se, por exemplo, com a fidelidade e capacidade de detecção, conforme discutido adiante.

25 Duas ordenações diferentes destas duas etapas 202, são detalhadas nas Figuras 2a e 2b, respectivamente. Observe-se que na Figura 2b, o mapeamento e a designação na Etapa 1 (202) é somente requerido em referência aos elementos alvo aonde, pelo menos, um valor de sintaxe alternativo tenha sido descoberto na Etapa 2 (204).

30 O padrão de compressão de vídeo AVC, como a maioria dos padrões de compressão de vídeo, alcança a compressão através do prognóstico de valores em um bloco de pixels a partir de valores em um ou mais blocos de pixels previamente codificados. A diferença entre o prognóstico e os valores atuais, frequentemente se denomina de resíduo, que é então transformado e quantizado. O bloco ou blocos utilizados para o prognóstico, os blocos de referência, podem advir da mesma imagem ou de diferentes imagens. Os blocos cujos blocos de referência advêm da mesma imagem são denominados de blocos codificados 35 internamente (Intracoded) ou simplesmente blocos internos. Neste caso, o prognóstico é frequentemente denominado prognóstico interno.

Para as amostras de luminância, todo um macrobloco 16x16 pode ser predito inter-

namente tanto no seu todo ou podendo ser dividido em sub-blocos 8x8 ou mesmo sub-blocos 4x4. Cada sub-bloco irá então consistir em um prognóstico interno independente. Para prognóstico interno de luminância 16x16, define-se como padrão quatro modos. Para os sub-blocos 8x8, 4x4, nove modos são definidos para cada tipo de bloco. O codificador 5 seleciona o modo de prognóstico para cada bloco que minimiza a diferença entre um bloco de prognóstico e os atuais valores do pixel.

Para simplificar a matéria, discute-se no presente relatório somente o prognóstico interno 16x16. Para este prognóstico interno 16x16, quatro modos são definidos conforme ilustrado na Figura 3:

- 10 1. O Modo 0 (vertical) 310 – Extrapolação a partir de amostras superiores (H). Neste modo, os pixels da vizinhança fronteiriços à borda superior de um bloco são utilizados como um prognóstico para todos os pixels nas colunas correspondentes do bloco. Ou seja, para uma dada coluna no bloco 16x16, o pixel fronteiriço no bloco adjacente verticalmente superior é utilizado como o prognóstico para toda a coluna.
- 15 2. Modo 1 (horizontal) 320 – Extrapolação a partir de amostras à esquerda (V). Neste modo, os pixels da vizinhança fronteiriços à borda esquerda de um bloco são utilizados como um prognóstico para todos os pixels nas linhas correspondentes do bloco. Ou seja, para uma dada linha no bloco 16x16, o pixel fronteiriço no bloco adjacente horizontalmente à esquerda é utilizado como o prognóstico para toda a linha.
- 20 3. Modo 2 (DC)330 – Média de amostras superiores do lado esquerdo (H + V). Neste modo, os pixels da vizinhança fronteiriços a borda esquerda de um bloco, e os pixels da vizinhança fronteiriços a borda esquerda do bloco são ponderados para a determinação da média. O valor médio é a partir daí utilizado na forma de prognóstico para todos os pixels do bloco. Ou seja, a média é determinada a partir de todos os pixels fronteiriços no bloco adjacente horizontalmente à esquerda e no bloco adjacente verticalmente superior. A média desses pixels é então usada na forma de prognóstico para todos os pixels do bloco. Cada pixel no bloco irá apresentar o mesmo prognóstico.
- 30 4. Modo 3 (Plano) 340 – Um plano linear é adequado junto as amostras superior e do lado esquerdo H e V. Neste modo, define-se um plano. O plano é baseado em todos os pixels fronteiriços no bloco adjacente horizontalmente à esquerda e todos os pixels fronteiriços no bloco adjacente verticalmente superior. O plano proporciona o prognóstico para cada pixel no bloco.

Observe-se que os modos para prognóstico interno 8x8 e 4x4 podem ser modificados em uma maneira análoga as modificações descritas neste relatório referentes aos modos de prognóstico interno 16x16. E ainda, todos os três tamanhos de blocos utilizam sintaxe adicional que está sujeita a modificação em uma maneira análoga a modificação do modo.

Para a decodificação de um bloco, o bloco previsto é gerado com os pixels disponíveis dos blocos nas vizinhanças decodificados anteriormente na forma especificada pelo modo de prognóstico interno do bloco corrente. Então, os valores residuais do pixel decodificado são adicionados ao bloco prognosticado. O resultado consiste no bloco de pixels finais

5 decodificado.

$$B = P + R \quad (3-1)$$

aonde B compreende o bloco decodificado final de valores de pixel, e P compreende o bloco prognosticado, e R compreende o bloco de resíduos decodificado.

A ideia básica da utilização de prognóstico interno para marca d'água nesta implementação compreende a mudança do modo de prognóstico interno de um para outro, enquanto não se efetuando a modificação do dado residual. Ou seja, o resíduo R, é deixado sem qualquer alteração embora ele possa não mais se constituir em um resíduo preciso para o novo bloco prognosticado. O resultado da alteração do modo de prognóstico consistirá em um bloco de prognóstico diferente (referenciado como o P_w). Resultando em que o bloco de pixel decodificado final (agora referenciado como o B_w) será diferente do que poderia ter sido (ou seja, B). Então, $B_w = P_w + R$, aonde B_w não é igual a B.

A diferença entre o bloco original de valores de pixels decodificados (B) e o bloco impresso com a marca d'água de valores de pixels (B_w), representado por ΔB , será idêntica a diferença entre o bloco de pixels prognosticado original (P) e o bloco prognosticado com a marca d'água de valores de pixels (P_w), representada por ΔP .

$$\Delta B = \Delta P \text{ aonde } \Delta B = B_w - B \text{ e } \Delta P = P_w - P \quad (3-2)$$

com o subscrito "w" indicando a versão com marca d'água de cada valor.

Através da mudança do modo de prognóstico interno de um macrobloco, os pixels daquele bloco serão alterados por ΔB . Para esta alteração ser apropriada para impressão da marca d'água, será preciso, pelo menos, nesta implementação que os três requisitos abaixo (R1-R3) sejam satisfeitos:

R1: a mudança deve ser detectável a partir do grupo de imagens reconstruído,

R2: a mudança deve ser imperceptível no grupo de imagens reconstruído, e

R3: a detecção deve ser robusta em função de um conjunto pré-definido de distor-

30 ções de sinal.

Para esta finalidade, faz-se a avaliação quanto a suscetibilidade de cada possível mudança selecionando-se somente aquelas mudanças que venham a satisfazer estes requisitos.

A segunda condição pode ser interpretada de várias maneiras. Requerer-se que o grupo de imagens reconstruído apresente alta qualidade visual ou que elas não possam ser distinguidas do grupo original de imagens sem a marca, ou que a capacidade perceptiva das mudanças se enquadre abaixo de algum limite que possa estar ligado com a aplicação.

Existem muitas formas das pessoas julgarem a fidelidade de uma marca d'água. Para a finalidade deste relatório, permitiu-se que qualquer medida apropriada de fidelidade fosse aplicada analisando-se, tanto se positivamente ou não, ou a que extensão, a mudança proposta veio a satisfazer os requisitos quanto a fidelidade da aplicação.

5 O acesso ao requisito de fidelidade (R2) pode ser feito de várias maneiras. Para um dado elemento alvo, precisa-se de se acessar ou se prognosticar o impacto percentual da reposição de seu valor original com cada um dos valores alternativos. Relembrando que este acessoamento ou prognosticação terá pleno acesso a todos os elementos de sintaxe do fluxo comprimido e poderá fazer com que estes prognostiquem o efeito maquiador do grupo

10 de imagens subsequente e a sensitividade da capacidade visual humana ou do sistema auditivo (no caso do vídeo, ocupa-se do sistema visual humano) junto as modificações. Os detalhes de tal prognóstico são bem conhecidos para os especialistas da área de modelagem da percepção. Os modelos de percepção são amplamente mencionados tanto na literatura de compressão quanto na literatura referente a impressão de marcas d'água.

15 Em acréscimo a utilização de prognósticos computacionais no domínio comprimido da capacidade de percepção, pode-se ter o luxo de ser-se capaz de descomprimir-se plenamente o fluxo junto a uma sequência de imagens continuadas de faixa de base. Este pode ser o caso, por exemplo, quando a análise vier a ser executada na forma de um pré-processo. Neste caso, os prognósticos computacionais podem examinar o dado de pixel 20 atual. Isto pode levar a prognósticos mais precisos da capacidade perceptível. Além disso, pode-se ser capaz de acesso a capacidade perceptível de reposição de um valor de elemento de sintaxe original com um valor alternativo através da descompressão do fluxo original para a obtenção de uma sequência de imagens continuadas referenciais fazendo-se em seguida a reposição do valor do elemento de sintaxe com o fluxo resultante alternativo e 25 descomprimido, para a obtenção de uma segunda sequência de imagens continuadas. Muitas técnicas bem conhecidas podem ser usadas para o acesso à capacidade de percepção das diferenças entre duas sequências de imagens continuadas.

Finalmente, tem-se o luxo de poder-se concentrar em aspectos subjetivos. Um observador humano pode acessar a capacidade perceptiva da diferença entre a sequência de 30 imagens continuadas referenciais e a sequência de imagens continuadas modificadas. As análises humanas podem ter acesso ao nível de atendimento de uma modificação ao Requisito R2 para uma dada aplicação.

Esses são alguns dos métodos que podem ser empregados na determinação de quais mudanças possíveis nos elementos de sintaxe satisfarão o Requisito R2.

35 Considera-se agora o primeiro Requisito R1 a partir de um ponto de vista genérico. Assume-se a utilização do valor de sintaxe alternativo para elemento de sintaxe alvo induzindo-se alguma mudança mensurável quando o fluxo modificado é posteriormente des-

comprimido para uma sequência de imagens continuadas. Ocorre, em regra, dois tipos de mudanças mensuráveis que podem ser induzidas, “direta” e “indiretamente”.

Com as “mudanças diretas” o elemento de sintaxe corresponde diretamente a um artefato mensurável da sequência de imagens continuadas. Por exemplo, a modificação de um coeficiente DC de bloco de luminância irá resultar diretamente em uma mudança mensurável na luminância média do bloco descomprimido correspondente. Com as “mudanças indiretas”, por outro lado, o artefato medido na sequência de imagens está relacionado somente de forma indireta com a modificação no fluxo. Por exemplo, a modificação de um vetor de movimento irá resultar no bloco errado sendo utilizado como um prognóstico, e irá levar ao dado de pixel incorreto no correspondente bloco de descompressão. Pode ser difícil se determinar qual vetor de movimento foi o utilizado, mas o uso de um vetor de movimento diferente pode impactar outros artefatos mensuráveis. O vetor de movimento pode ser utilizado para viabilizar um bloco reconstruído com uma luminância média mais alta ou baixa.

A mudança mensurável do requisito R1 pode atender na identificação das localizações fazendo se notar quais mudanças foram efetuadas de maneira a se recuperar a carga útil. Isto é particularmente útil quando uma cópia pirateada é obtida. Através da “visualização” das mudanças que forma efetuadas, a fonte da cópia pirateada pode ser obtida.

Em uma implementação se determina quais elementos de sintaxe de vetor de movimento apresentam, pelo menos, dois valores de sintaxe alternativos, de modo que a utilização de um dos valores de sintaxe alternativos irá viabilizar um bloco reconstruído com luminância média mais elevada e, o uso de um valor de sintaxe alternativo diferente irá viabilizar um bloco reconstruído com luminância média mais baixa. Os blocos codificados de bits correspondendo a codificação no padrão CAVLC de cada um desses dois valores alternativos, juntamente com a localização do bit no interior do fluxo CALVC, são enviados na forma de metadados a serem impressos. Com base no valor do bit de carga útil correspondente, o componente de impressão embutida irá substituir o bloco original de bits com o bloco de bits correspondendo aquele outro bloco alternativo de bits.

Por exemplo, o componente que embute a impressão escolhe ou seleciona o bloco de bits associado com o valor de sintaxe que reduz a luminância média no bloco correspondente caso o bit de carga útil seja um “0”, escolhendo o bloco de bits associado com o valor de sintaxe que aumenta a luminância média no bloco correspondente caso o bit de carga útil seja “1”. Claramente será necessário, pelo menos, um elemento alvo satisfazendo todos os requisitos para cada bit de carga útil que deva ser embutida.

O metadado pode conter também o número do quadro e o número do bloco na sequência de imagens continuadas descomprimidas aonde será induzida a mudança na luminância. Para robustez adicional, o estágio de pré-processamento pode ainda armazenar a luminância média original do bloco no metadado. Esta informação pode ser utilizada ao

tempo da recuperação (por exemplo, decodificação) para a identificação do bloco modificado e fazer a comparação de sua luminância média com o valor original armazenado no metadado. No exemplo fornecido, uma luminância média que seja mais alta do que o valor original significará que o bit de carga útil correspondente será “1” e que a luminância média

5 que seja mais baixa do que o valor original significará que o bit de carga útil correspondente será “0”.

Para esta implementação, o primeiro e terceiro requisitos (de que a mudança seja robustamente detectável) condicionarão o estabelecimento de um bom fator que possa ser confiavelmente medido no grupo de imagens decodificado e que possa ser modificado através da alteração do modo de prognóstico interno de um macrobloco. Um fator desse tipo compreende da luminância média do macrobloco. Cada mudança no modo de prognóstico interno irá resultar em uma mudança, ΔB , nos valores de pixels decodificados. Observe-se que ΔB , em regra, consiste de uma matriz de valores (ou seja, ΔB é também um bloco), e a magnitude da média pode variar a partir de um modo para outro. O sinal da mudança (por exemplo, o valor médio para ΔB) pode ser utilizado para codificar dado (embutir). Ainda mais, a magnitude da mudança pode ser utilizada como uma indicação da robustez aguardada da mudança, com uma larga magnitude indicando maior robustez contra quaisquer modificações junto ao fluxo de bits codificado. Medidas mais sofisticadas de robustez encontram-se disponíveis e podem ser utilizadas.

20 Uma segunda característica que pode ser utilizada para satisfazer R1 e R2 consiste da variância do bloco de pixels reconstruídos. O modo DC (modo 2) é diferente dos outros três modos de prognóstico interno no sentido de que todos os valores de pixels 16x16 são prognosticados com um único valor, representando a média dos pixels de referência. Espera-se que um codificador AVC venha a atualizar este modo quando um bloco é de natureza

25 regular.

Caso altere-se o modo do modo 2 para um dos três modos restantes, pode-se aguardar que a variância do bloco resultante (B_w) aumente com relação ao bloco original “B”. Por outro lado, caso um codificador escolha os modos 0,1, ou 3, é aguardado que este bloco apresente uma flutuação mais alta antes de mais nada (em comparação com a situação

30 aonde o modo 2 foi inicialmente escolhido). Através da mudança do modo de prognóstico interno dos modos 0,1, ou 3 para o modo 2, a variância deste bloco B_w , normalmente, irá diminuir com relação a variância de “B”. Novamente, o ΔB associado com uma mudança de modo de prognóstico interno pode resultar em um aumento ou diminuição na variância do bloco reconstruído B_w , e a magnitude da mudança da variância pode variar dependendo dos modos iniciantes e de finalização. O sinal da mudança da variância pode ser usado para codificar dados (embuti-los). Além disso, a magnitude da mudança da variância pode ser usada como uma indicação da robustez esperada da mudança, com uma grande magnitude

35

indicando uma maior robustez contra modificações adicionais junto ao fluxo de bits codificado. Medidas mais sofisticadas de robustez encontram-se disponíveis e podem ser utilizadas.

Discute-se em seguida uma implementação para mudança do modo de prognóstico interno através do tipo de macrobloco. No AVC, o modo de prognóstico interno 16x16 de um macrobloco é especificado no campo de tipo-mb. O campo de tipo-mb especifica também outros parâmetros sobre este bloco, tal como o padrão-bloco-codificado.

Com referência a Figura 4, uma tabela 400 lista os tipos de macroblocos (“tipos-mb”) por fatias I e fornece uma lista de valores tipo-mb 410 com seus significados. Esta tabela 400, retirada diretamente do tipo padrão, é utilizada nesta implementação para encontrar os valores tipo-mb 410 que alteram o modo de prognóstico interno 420 sem a alteração dos padrões-bloco-codificado 430 e 440 ou o tamanho do bloco de prognóstico 445.

De maneira a se preservar a sintaxe à parte da alteração feita no modo de prognóstico interno 420, a mudança do tipo-mb 410 fica circunscrita aos valores que diferem somente no modo de prognóstico interno 420. Por exemplo, um tipo-mb original de 11(veja a linha 450) indica que o modo de prognóstico interno 420 é 2(DC) e que o padrão-bloco-codificado para saturação 430 e lúmens 440 é 2 e 0, respectivamente. Este tipo-mb 410 pode ser alterado para 9, 10, ou 12 para a mudança do modo de prognóstico interno 420 sem a alteração dos padrões-bloco-codificado 430 e 440 ou tamanho do bloco de prognóstico 445.

O tipo-mb consiste de entropia codificada no fluxo de bits. Caso seja utilizada a codificação por entropia no padrão CAVLC, o tipo-mb é codificado com o código exponencial-Golomb. O código Exponencial-Golomb consiste de um esquema de codificação de extensão variável. Algumas aplicações especiais, tal como a impressão de marca d'água de discos DVDs autorizados, necessitam de que o dado de reposição (por exemplo, VLC) apresente exatamente a mesma extensão do dado original (por exemplo VLC). Neste caso, sómente os tipos-mb que apresentem a mesma quantidade de bits (por exemplo, VLC) podem ser usados para repõem o tipo-mb original.

Com referência a Figura 5, uma tabela 500 consiste de uma tabela de codificação Exponencial-Golomb, listando o formato de cadeia de bits 510 (coluna do lado esquerdo) e a correspondente gama de valores do código Exponencial-Golomb 520 (coluna do lado direito). A tabela 500 é tomada diretamente do padrão. A partir desta tabela 500, encontra-se que, utilizando-se o exemplo acima, um tipo-mb de 9 necessita de 7 bits. Isto pode ser determinado notando-se, primeiramente, que o tipo-mb de 9 ocorre na faixa 520, dada através da quarta entrada 530 da coluna 520 do lado direito, que apresenta o valor de “7-14”. Então, observa-se que a entrada 530 correspondente (a quarta) da coluna 510 do lado esquerdo apresenta 7 bits, que são 0 0 0 1 x₂ x₁ x₀. X₂ x₁ x₀ podem ser designados, por exemplo, em ordem, com o 000 sendo designado junto ao valor 7 e, 111 sendo designado junto ao valor 14.

Consequentemente, nesta implementação aonde a extensão da cadeia CAVLC deve permanecer a mesma antes e após a impressão da marca d'água, o tipo-mb pode ser somente reposto por um outro tipo-mb necessitando também de 7 bits. Neste caso, os tipos-mb 9,10, e 12 inserem-se na mesma faixa (7-14) necessitando todos de 7 bits. Assim, os 5 tipos-mb 9, 10, e 12 são todos possíveis candidatos a reposição dos tipos-mb. Desta maneira, combina-se as extensões de bits VLC da Figura 5 com os tipos de macroblocos da Figura 4 para a determinação de quais tipos-mb podem ser utilizados para a reposição do tipo-mb original. As regras a seguir são reforçadas com a metodologia apresentada abaixo:

1. O tipo-mb alternativo deve diferir somente em referência ao modo de prognóstico interno.
- 10 2. O tamanho da cadeia de bits correspondente ao tipo-mb alternativo dever ser a mesma daquela correspondendo ao tipo-mb original (caso seja necessária uma extensão constante de bits).

Na seção anterior, foi sugerido que uma mudança potencial deveria ser avaliada 15 com relação a seu impacto no que se refere a fidelidade do grupo de imagens reconstruído e quanto a robustez de sua capacidade de detecção. Nesta seção descreve-se um método combinando aqueles dois efeitos convergindo para um único valor de custo e fazendo-se o emprego deste valor de custo na seleção de quais mudanças devem ser postas em prática.

20 Com referência novamente a Figura 1, a entrada do pré-processamento consiste do fluxo de bits codificado no padrão AVC. A saída compreende o metadado com a impressão da marca d'água. A primeira das etapas no processamento do fluxo compreende na identificação de cada bloco codificado internamente, o modo de prognóstico interno do mesmo podendo ter sido, potencialmente, modificado. Para cada um destes blocos codificados internamente, identifica-se todos os modos de prognóstico interno alternativos que satisfazem 25 o requisito de extensão de bit (caso a aplicação requeira a extensão constante de bits), e que satisfazem a primeira regra acima de que os tipos-mb alternativos correspondentes diferem somente no modo de prognóstico interno. Assumindo uma medida de detecção particular (tal como, por exemplo, a média da luminância, ou a variância de um bloco, conforme já discutido anteriormente), uma etapa adicional consiste em se aglutinar o valor de detecção 30 original e todos os valores de detecção alternativos. Um “valor de detecção” compreende de um valor (um número) da medida de detecção resultante a partir da codificação. Por exemplo, o valor da média da luminância para um bloco. Um valor de detecção alternativo consiste do valor resultado a partir da utilização de cada um dos modos de prognóstico interno 35 alternativos.

Com referência a Figura 6, um processo 600 ilustra uma modalidade para a determinação dos valores de detecção quando a luminância média é utilizada na forma de uma

medida de detecção. Um ou mais valores de detecção podem ser determinados para um dado bloco. Por exemplo, caso ocorram várias alternativas múltiplas para um dado bloco, um valor de detecção pode ser determinado para cada alternativa. As implementações típicas realizam a otimização entre os valores de detecção determinados. Tal otimização pode 5 incluir, por exemplo, a seleção da melhor alternativa para cada bloco, e daí fazer-se a seleção das dez melhores entre o punhado destas melhores alternativas. Este exemplo resulta na tomada de dez blocos com os melhores valores de detecção, aonde os “melhores” são determinados de acordo com uma medida selecionada, por exemplo. Uma outra implementação considera, para um dado bloco, pares de alternativas, e seleciona o melhor par para 10 cada bloco, conforme a explicação dada a seguir.

O processo 600 inclui o cálculo da luminância média de um bloco codificado 610 de prognóstico interno. Este é o valor de detecção original, e a luminância média pode ser calculada a partir da soma do prognóstico e do resíduo decodificado, conforme já discutido com relação a Equação 3-1.

15 Então, o processo 600 inclui o cálculo da luminância média do bloco codificado de prognóstico interno para cada modo de prognóstico interno alternativo 620. A operação 620 utiliza o modo alternativo para prognóstico. A luminância média pode ser calculada utilizando-se, por exemplo, o prognóstico com ou sem o dado residual existente.

20 O processo 600 armazena o número do quadro (ou, mais genericamente, o número de imagem), a localização do bloco, e todas as luminâncias médias 630. Estas luminâncias médias incluem a luminâncias médias resultantes dos modos de prognósticos internos alternativos (operação 620).

O processo 600 prossegue para o bloco codificado 640 de prognóstico interno seguinte e repete as operações 610-630. O processo 600 é realizado para todos os blocos 25 codificados de prognósticos internos em uma dada imagem. Outras implementações, naturalmente, não necessitam de serem tão exaustivas. Observe-se que um bloco codificado de prognóstico interno pode ser, por exemplo, um bloco advindo de uma imagem codificada internamente (por exemplo, um quadro I), ou um bloco advindo de uma imagem codificada externamente (por exemplo, um quadro P), caso aquele bloco esteja codificado internamente. 30

Utilizando-se a informação aglutinada no processo 600, uma implementação pode assumir uma determinação de forma direta em função de quais localizações e quais valores de reposição alternativos deveriam ser empregados para o fornecimento da impressão de marca d’água. Podem ser usados vários processos de decisão. Abaixo discute-se uma implementação de tal processo. A implementação discutida abaixo faz uso, por exemplo, da informação aglutinada no processo 600 para selecionar localizações e valores alternativos 35 que satisfazem, por exemplo, os requisitos R1, R2, e R3 listados anteriormente.

As propriedades essenciais para uma marca d'água consistem tipicamente na robustez (o R3 acima) e na fidelidade (o R2 acima). A fidelidade é também referida como a capacidade de imperceptibilidade. Frequentemente, estas duas propriedades, robustez e fidelidade se contradizem. No sentido de se especificar um balanço entre ambas se introduz 5 um método analítico.

Faz-se C_F representar o custo por fidelidade. Com C_F sendo definido de maneira que quanto mais visível a marca d'água maior o valor. O objetivo sendo o de efetuar mudanças que apresentem um custo muito baixo em relação a fidelidade. Outros métodos se apresentam para a medição de C_F , e um usuário pode selecionar o método/medida que melhor 10 se adapte a uma aplicação em particular – sendo a presente implementação independente da seleção.

Assume-se que C_R representa o custo por robustez. Com o C_R sendo definido de modo que as mudanças resultantes na maior fraqueza da robustez apresentem um custo por robustez mais elevado. A robustez mais enfraquecida significa, por exemplo, que as 15 mudanças podem ter se tornado indetectáveis com maior facilidade. Por exemplo, caso uma imagem seja decodificada e o dado de pixel seja filtrado, algumas mudanças podem se tornar enfraquecidas e possivelmente tornarem-se indetectáveis. Uma vez mais, salienta-se que se está em busca de um custo menor quanto a robustez.

Para cada mudança alternativa, calcula-se tanto o custo por fidelidade quanto o 20 custo por robustez associados com a efetivação da mudança. Procede-se a combinação destes dois custos para obter-se um custo total para realização da mudança. O custo total é calculado da seguinte forma:

$$C = \alpha C_F + \beta C_R$$

aonde, normalmente ajuda bastante restringir-se a condição $\alpha+\beta=1$. Neste caso po-

25 de-se escrever que

$$C = \alpha C_F + (1-\alpha) C_R.$$

O parâmetro α restrinrido a faixa de 0 a 1, é utilizado para controlar a transição entre a fidelidade e a robustez. Um valor maior de α impõe maior ênfase na fidelidade, enquanto que um valor mais baixo de α impõe ênfase na robustez. Para um dado α , o custo C para 30 cada modo de prognóstico alternativo pode ser calculado. Aqueles para os quais os valores de C excedem um limite podem ser descartados.

Para satisfazer o R2 acima, que representa o requisito quanto a imperceptibilidade, uma implementação adicional pode ser usada, por exemplo, um nível limite para C_F . Por exemplo, em uma implementação, o valor de C_F para um modo de prognóstico alternativo é comparado com um limite. Caso o valor de C_F seja maior do que o limite, então o modo de 35 prognóstico alternativo não será aceito como uma possível reposição para o modo original de prognóstico.

Em uma implementação particular que faz uso da formulação de custos acima, são utilizados macroblocos 16x16. Em um macrobloco 16x16 de prognóstico interno, ocorrem três modos de prognóstico interno alternativos disponíveis e o modo original. Para este exemplo, assume-se que todos os valores do modo de prognóstico interno diferentes consistem de alternativas válidas no sentido de que podem alterar o modo para qualquer outro sem alterarem os padrões-bloco-codificados ou a extensão de bit codificada (caso seja necessária a extensão de bit constante). Uma revisão das Figuras 4-5 irá revelar que esta consideração nem sempre é satisfeita, mas a consideração é útil para finalidades de clareza e simplicidade da discussão presente. Além disso, assume-se que a medida de detecção consiste da luminância média do bloco.

Para se embutir um bit de dado, dois modos de prognóstico podem ser selecionados: um primeiro modo será usado para representar um bit '1', e um segundo modo será usado para representar um bit '0'. Assume-se um modo de prognóstico resultando em uma luminância média inferior que será utilizado para representar o bit '0' e um modo de prognóstico resultando em uma luminância média maior que será utilizado para representar o bit '1'. Então, decorrem seis possíveis pares de combinações : {(P₁ =(modo 0, modo 1), P₂= (modo 0, modo 2), P₃=(modo 0, modo 3), P₄=(modo 1, modo 2), P₅= (modo 1, modo 3), P₆= (modo 2, modo 3)}. (Observe-se que algumas dessas combinações tornar-se-ão indisponíveis caso alguns dos modos de prognósticos não consistam de alternativas válidas). Neste caso, precisa-se fazer o cálculo dos custos por fidelidade e robustez, C_F e C_R, associados com a seleção de cada combinação de pares. Aqueles custos podem ser então utilizados para a comparação de cada um dos requisitos de aplicação. Para cada combinação de par, o C_F e C_R são avaliados da forma como segue adiante.

Assumindo que B representa o bloco de pixels original. Assume-se que ΔB_0 e ΔB_1 representam as diferenças de pixels entre o bloco com a marca d'água e o bloco original caso o bit '0' ou o bit '1' apresentem-se embutidos, respectivamente. Caso o modo de prognóstico interno original seja utilizado para representar um bit '0' ou um '1', o ΔB é simplesmente só zeros. Em tal caso, o custo por fidelidade depende somente no outro modo que é selecionado. Assumindo-se que existam pares disponíveis de K, o custo por fidelidade de K pares pode ser obtido por:

$$C_{FPK} = F(B, \Delta B_0, \Delta B_1) \quad (4-1)$$

aonde a função F(.) incorpora qualquer medida de fidelidade conforme discutida anteriormente (por exemplo, o modelo de Watson) e k é um índice funcionando de 1 até K. Tipicamente, esta função de fidelidade irá avaliar ΔB_0 e ΔB_1 independentemente, obtendo-se um valor de custo para fidelidade para cada qual, vindo a retornar o maior entre os dois valores, representando a "pior" fidelidade das duas ou a soma dos dois valores. A medida da fidelidade pode ser também, em parte ou no total, uma medida subjetiva baseada na avalia-

ção do usuário.

Assumindo que L_0 e L_1 representam a luminância (um valor simples nesta implementação) do bloco, caso o bit '0' ou o bit '1' apresentem-se embutidos, respectivamente.

Assumindo que BlkSz representa o tamanho do bloco de prognóstico interno. O custo da

robustez pode ser medido como uma função de L_0L_1 , e BlkSz. Para uma dada luminância (ou mudança de luminância), um tamanho de bloco maior pode ser fornecido para o aumento da robustez. O custo por robustez de K pares pode ser obtido através da fórmula:

$$C_{RPK} = G(L_0, L_1, BlkSz) \quad (4-2)$$

aonde a função $G(.)$ consiste de qualquer medida de robustez conforme discutida

acima (por exemplo, a magnitude da mudança da variância ou da mudança da luminância média). Novamente, uma típica medida da robustez irá avaliar a robustez de cada mudança independentemente e retornar o maior dos dois custos ou a soma dos dois custos.

Finalmente, o custo final da impressão de marca d'água referente a este par será:

$$C_k = \alpha C_{FPK} + \beta C_{RPK} \quad (4-3)$$

Uma vez que o custo associado com cada par tenha sido calculado, o par com o custo mínimo pode ser selecionado para aquele bloco com o custo correspondente podendo ser designado para C , o custo da mudança no bloco.

$$C = \min(C_k) \text{ onde } k = 1 \dots K \quad (4-4)$$

Uma vez que o custo de impressão de marca d'água de cada bloco tenha sido estabelecido, o processo de seleção de bloco pode simplesmente pegar os blocos apresentando os menores custos para impressão de marca d'água com base no requisito de carga útil. Por exemplo, caso ocorram 10 bits de carga útil, então os 10 blocos com o menor custo por impressão de marca d'água podem ser selecionados. Os 10 bits de carga útil deste exemplo podem ser gerados, por exemplo, através da codificação de um ou mais símbolos de carga útil para o aumento da robustez. Outra implementação não faz a codificação dos símbolos/informação de carga útil para o aumento da robustez, mas meramente representam a informação de carga útil na forma binária como bits de carga útil.

Referindo-se novamente a implementação da Figura 1, o metadado embutido na impressão de marca d'água 105 contém os bits deslocados identificando a localização aonde, no fluxo de bits, cada modificação irá ocorrer e os valores a serem usados no caso de

que o bit de carga útil seja um '0' ou um '1'. Assim, quando se mantendo rastreio de uma mudança alternativa, rastreia-se a localização de bits no fluxo AVC de entrada aonde o código VLC descrevendo o atual tipo-mb pode ser encontrado. Mantém-se ainda rastreio da cadeia de bits específica (a partir da tabela da Figura 5) que é utilizada para representar

cada mudança alternativa. Assim, após a seleção (talvez com base na minimização do custo total), o sistema pode escrever o metadado embutido 105. Para cada entrada neste arquivo, existe um bit deslocado e duas cadeias de bits (por exemplo, as cadeias de bits VLC),

uma para cada um dos dois possíveis bits de carga útil, '0' e '1'.

Além do mais, o estágio de pré-processamento escreve o metadado de detecção (também apresentado na Figura 1). Isto inclui o número de quadro (ou, mais genericamente, o número da imagem) e a localização do bloco de cada mudança, bem como, as luminâncias aguardadas (ou outra medida de detecção) do bloco marcado com marca d'água, caso ele represente o bit '0' e '1'. Ainda, observa-se que as implementações podem incluir o metadado embutido na metadado de detecção possibilitando a detecção da presença da informação da impressão de marca d'água em um fluxo antes da decodificação.

Conforme já sugerido, a detecção pode ser realizada ao nível do fluxo de bits, em vista da ou na adição quanto ao desempenho da detecção à cada nível de pixel. Através da análise de um fluxo de bits, pode ser determinado quais bits de carga útil encontram-se embutidos na maneira projetada pelos bits deslocados. Contudo, conforme anteriormente discutido, caso o fluxo de bits tenha sido processado, por exemplo, pela decodificação e então, pela recodificação, o fluxo de bits resultante (codificado) pode ser completamente diferente do fluxo de bits original (codificado). Por exemplo, a recodificação pode utilizar (conforme já indicado) diferentes modos ou tamanhos de blocos. Em tal situação, a detecção da marca d'água a partir de um fluxo de bits pode ser impossível, mas a detecção da marca d'água a partir dos pixels (após a decodificação do novo fluxo de bits) é possível caso a marca d'água seja robusta o bastante.

Com referência a Figura 7, um processo 700 fornece uma implementação que determina o metadado com impressão de marca d'água (impressão embutida e detecção) para macroblocos codificados de prognóstico interno 16x16 utilizando uma abordagem por custo. O processo 700 inclui os fatores básicos do processo 600. Ou seja, o processo 700 de determinação do metadado com marca d'água para macroblocos que inclui a determinação de valores de detecção para aqueles macroblocos.

O processo 700 pode ser executado, por exemplo, para um dado conjunto de macroblocos em uma imagem, ou para todos macroblocos em uma imagem, ou para todos os macroblocos em uma sequência de imagens. Na discussão a seguir do processo 700, assume-se uma implementação em que o processo 700 é realizado para todos os macroblocos em uma imagem.

O processo 700 inclui um enlace (710) sobre todos os macroblocos 16x16 na imagem, desempenhando um conjunto de operações (720-750) para cada macrobloco 16x16 fazendo uso de um modo de prognóstico interno 16x16 (ver, por exemplo, Figura 4). O conjunto de operações inclui as operações 720-750.

Para cada macrobloco utilizando um modo de prognóstico interno 16x16, os possíveis modos de prognósticos internos alternativos, caso haja algum, são determinados (720). Em uma implementação, os alternativos devem satisfazer os requisitos de que os padrões

de blocos codificados (430 e 44) e o tamanho do bloco de prognóstico (445) permaneçam iguais, e a extensão do bit codificado do tipo de macrobloco (410) permaneça a mesma (veja a Figura 5).

Para cada possível modo de prognóstico interno alternativo ou grupo de modos, determina-se (730) o custo total. Em uma implementação, a determinação do custo total envolve o cálculo do custo por fidelidade e o custo por robustez utilizando a sequência de equações descrita anteriormente. Um grupo de modos pode consistir, por exemplo, de um par de modos conforme já discutido, ou alguma outra combinação de modos.

O melhor modo de prognóstico interno alternativo possível, ou grupo de modos, é determinado (740). Em uma implementação, determina-se o melhor utilizando-se uma função de minimização tal conforme a equação 4-4 acima, que faz a seleção do par com o custo total mínimo. Outras implementações fazem uso de funções diferentes para a determinação da melhor alternativa possível, e podendo também identificar múltiplas “melhores” alternativas possíveis. Por exemplo, em uma implementação discutida acima, a “melhor” alternativa possível compreende de um par. O par pode incluir uma alternativa, ou duas alternativas. Em implementações típicas do processo 700, caso não existam possíveis modos de prognósticos internos alternativos, então, não existe a necessidade do “melhor modo”.

O metadado embutido e o metadado de detecção são armazenados para o melhor possível modo de prognóstico interno alternativo ou grupo de modos (750). Em uma implementação, o metadado embutido inclui o bit deslocado no fluxo e os tipos de macroblocos alternativos codificados, aonde os tipos de macroblocos alternativos correspondem aos melhores modos possíveis de prognóstico interno alternativo. Em uma implementação, o metadado de detecção inclui o número de imagem (ou número de quadro), a localização de macrobloco, e os valores de detecção alternativo e original ou algum outro valor de detecção de referência. Em tal implementação, os valores de detecção podem se recomputado durante a operação 730 de cálculo referente ao custo total. Por exemplo, os valores de detecção podem ser determinados no processo de cálculo de um custo por robustez.

Várias implementações reduzem, ou mais genericamente, filtram, o metadado antes, ou posteriormente, ao seu armazenamento. Em tal implementação, o melhor modo alternativo (ou grupo de modos) para cada bloco é classificado de forma ordenada e somente a primeira centena é mantida e armazenada devido a existir somente uma centena de bits de carga útil. Uma segunda implementação especifica uma quantidade mínima de bits sem alteração que devem se achar entre quaisquer das duas mudanças no fluxo de bits. Este critério na segunda implementação, por exemplo, pode antecipar a utilização do melhor dos modos alternativos para dois blocos adjacentes. Uma terceira implementação especifica o tamanho (na quantidade de bits) de cada mudança particular no fluxo de bits codificado entropicamente. Este critério na terceira implementação, por exemplo, pode ditar o tamanho

das entradas no metadado embutido. Cada mudança particular não necessita, naturalmente, da atual mudança do valor de cada bit que é substituído. Em ainda outra implementação, para um dado bloco, o metadado é somente armazenado para o melhor modo alternativo (ou grupo de modos), caso esta melhor alternativa satisfaça também os requisitos R1, R2 e

5 R3. Ainda, as implementações podem combinar esses e outros critérios.

Em uma implementação, o metadado embutido inclui as localizações no fluxo de bits comprimido aonde o bloco codificado original de bits pode ser encontrado e, dois blocos de bits, um para ser utilizado como forma de bloco de reposição, caso o bit de carga útil correspondente seja um '0' e o outro para ser utilizado como um bloco de reposição caso o bit 10 de carga útil correspondente seja um '1'. Em uma implementação, um desses blocos é por si só, o bloco original de bits e o outro um bloco alternativo de bits. Neste caso, a lista de elementos de sintaxe intercambiáveis pode incluir aqueles pelos quais exista somente um valor alternativo aceitável. Em outra implementação, os dois blocos são ambos blocos alternativos de bits correspondendo a diferentes valores de sintaxe. Neste caso, a lista de elementos de 15 sintaxe intercambiáveis pode incluir somente aqueles pelos quais, pelo menos, se façam presentes duas alternativas aceitáveis.

Em uma implementação, o metadado de detecção inclui o metadado embutido. De posse de tal informação, a carga útil pode ser recuperada diretamente a partir de um fluxo de bits codificado com a marca d'água.

20 Em uma implementação, o metadado de detecção inclui alternativa ou adiciona-
lmente a localização na sequência de imagens continuadas descomprimidas aonde a modifi-
cação do fluxo de bits poderá ser detectável. Isto pode ser especificado na forma de um
número de quadro ou de imagem e de um número de bloco, número de macrobloco, posição
de pixel, ou qualquer outro elemento localizado requisitado para a recuperação. O metadado
25 de detecção pode ainda fazer incluir uma indicação do valor de detecção associado com um
bit de carga útil de '0' e um bit de carga útil de '1', ou algum outro valor de detecção de refe-
rência.

O metadado de detecção pode incluir ainda o valor da medida de detecção que te-
ria sido medida caso não houvesse sido feita nenhuma mudança. Em outras palavras, isto
30 pode incluir o valor original da medida de detecção. Em um exemplo anterior, a medida de
detecção consiste da luminância média de um bloco particular e o dado de detecção pode
incluir a luminância média original daquele bloco. Através da inclusão do valor original, o
processo de detecção pode assegurar se o valor de detecção terá crescido ou diminuído
como um resultado da impressão da marca d'água. Em uma implementação, a determina-
35 ção do metadado é realizada durante o pré-processamento.

De maneira a se aumentar a robustez da técnica de impressão de marca d'água pa-
ra mudanças tanto globais quanto locais quanto a claridade ou contraste, o dado de detec-

ção pode ser também salvo em relação a blocos aonde não se espera que haja modificações pelo processo de impressão de marca d'água. Por exemplo, o dado de detecção pode incluir a luminância média original de blocos não alterados pela marca d'água. Então, o detector pode fazer uso destes blocos como uma forma de referência para determinação de se toda a imagem, ou pelo menos, parte dela na região de referência, experimentou alguma alteração na luminância. Caso a luminância medida nos blocos de referência não combine com aquela registrada no dado de detecção, uma compensação pode ser feita antes da recuperação da carga útil. Por exemplo, a compensação junto a uma medição da luminância média poderia ser adicionada para todos os valores de detecção armazenados.

Com referência a Figura 8, um processo 800 fornece uma implementação genérica que determina o metadado embutido com base em uma referência. O processo 800 apresenta alguma semelhança quanto a funcionalidade com o processo 700.

O processo 800 inclui o acesso de dado codificado de extensão variável que inclui um indicador de referência (810). Ou seja, o dado codificado de extensão variável inclui uma codificação (o indicador de referência) de informação identificando uma referência real utilizada para codificar o prognóstico de uma imagem. O indicador de referência, que representa a codificação da informação identificando a referência real, possui um valor particular. Em um ou mais exemplos descritos anteriormente, o indicador de referência consiste da codificação de um valor do campo em tipo de macrobloco que identifica, através do correspondente modo de prognóstico interno, a referência utilizada para a codificação de um prognóstico em um macrobloco.

O processo 800 inclui a determinação de uma localização no dado codificado de extensão variável do indicador de referência (820). A localização é utilizada, por exemplo, na criação do metadado embutido.

O processo 800 inclui ainda a determinação de um valor alternativo para o indicador de referência (830). O valor alternativo é diferente do valor particular. O valor alternativo consiste de uma codificação da informação alternativa que identifica uma referência diferente da referência real. Parte ou o todo do processo 700 pode ser usada, por exemplo, na execução da operação 830. Em um ou mais dos exemplos descritos anteriormente, o valor alternativo compreende da codificação de um valor diferente para o campo em tipo de macrobloco.

O processo 800 pode incluir várias operações adicionais, tal como, por exemplo, a designação do valor alternativo na forma de um substituto (uma marca d'água) para o valor particular, avaliando a capacidade de eficiência do valor alternativo como uma marca d'água, ou criando o metadado embutido.

Após a criação de um conjunto de possíveis reposições para a marca d'água utilizando-se, por exemplo, o processo 700 ou o processo 800, uma implementação pode sele-

cionar um subconjunto de macroblocos para a mudança. Esta seleção é baseada, tipicamente, nos requisitos de carga útil da aplicação, e qualquer dado codificado aplicado junto a carga útil. A seleção é informada tipicamente através dos custos de cada mudança (por exemplo, os custos quanto a fidelidade e robustez conforme previamente descrito). Normal-

5 mente, a seleção irá favorecer mudanças a custos mais baixos. Em uma implementação, os macroblocos são categorizados de acordo com o custo total para a melhor alternativa possível para cada macrobloco (730 e 740). Os macroblocos com o menor custo total (para a melhor alternativa possível) são selecionados para a impressão de marca d'água com o dado de carga útil.

10 Com referência a Figura 9, um processo 900 é mostrado descrevendo uma implementação para a introdução de valores de reposição, tal como, por exemplo, a introdução de uma marca d'água. O processo 900 inclui o acesso a uma carga útil (910). A carga útil acessada pode ser em bits ou outros símbolos. Tipicamente, a carga útil dá-se em bits ou é convertida em bits. Adicionalmente, a carga útil pode ser codificada.

15 O processo 900 inclui a determinação das localizações de reposição e valores de reposição (920). A operação 920 pode ser executada, por exemplo, utilizando o processo 700, acompanhado por um processo de classificação conforme já descrito. As operações 910 e 920 podem ser executadas em qualquer ordem. Contudo, uma implementação desempenha primeiro a operação 910, determinando também a quantidade de bits de carga 20 útil, e então determina somente as localizações necessárias na operação 920, por exemplo, através da seleção somente dos macroblocos de melhor classificação até que todos os bits de carga útil tenham sido designados como um macrobloco. A operação 920 pode ser influenciada por vários outros requisitos de implementações, tal como, por exemplo, aqueles discutidos com referência a Figura 7.

25 Em, pelo menos, uma implementação, toda ou parte da operação 920 é executada durante um estágio de pré-processamento. Por exemplo, em um estágio de pré-processamento, uma tabela pode ser preparada incluindo o metadado embutido. Então, em operação 920, os valores de reposição e localizações podem ser determinados pelo acesso a tabela.

30 O processo 900 inclui ainda a introdução dos valores de reposição, nas localizações de reposição (930) para fornecerem, por exemplo, uma marca d'água. A introdução dos valores de reposição envolve a substituição do dado codificado existente pelos valores de reposição. O dado modificado pode ser então armazenado ou transmitido, por exemplo. Tipicamente, estas ações de reposição são informadas, através de uma carga útil codificada.

35 Com referência a Figura 10, apresenta-se um processo 1000 descrevendo uma implementação genérica para a introdução de valores substitutos em uma referência. O pro-

cesso 1000 apresenta alguma similaridade na funcionalidade com o processo 900.

O processo 1000 inclui acesso ao dado codificado de extensão variável incluindo um indicador de referência (1010). Ou seja, o dado codificado de extensão variável inclui uma codificação de informação (o indicador de referência) identificando uma referência real utilizada para codificar com capacidade de prognóstico uma imagem. O indicador de referência, que representa a codificação da informação identificando a referência real, apresenta um valor particular. Em um ou mais dos exemplos anteriores previamente descritos, o indicador de referência consiste da codificação de um valor do campo em tipo de macrobloco que identifica, através do modo de prognóstico interno correspondente, a referência utilizada para codificação prognosticada de um macrobloco.

O processo 1000 inclui acesso de um valor alternativo para o indicador de referência (1020). O valor alternativo é diferente do valor particular. O valor alternativo compreende de uma codificação da informação alternativa que identifica uma referência diferente da referência real. O valor alternativo pode ser, por exemplo, acessado a partir de armazenagem ou computação em tempo real. Uma implementação pode, por exemplo, acessar o valor alternativo a partir de uma tabela que é indexada por uma localização do indicador de referência.

O processo 1000 inclui a introdução do valor alternativo como um substituto para o indicador de referência (1030). O valor alternativo é introduzido no dado codificado de extensão variável para a marca d'água da imagem.

O processo 1000 pode incluir várias operações adicionais, tais como, por exemplo, a armazenagem ou transmissão do dado codificado de extensão variável modificado.

O total ou parte das localizações de identificação de dados de elementos codificados e possíveis valores de reposição, acessadas conforme a etapa 1020, podem ser armazenadas em um dispositivo de armazenagem, ou então, enviadas eletronicamente. Uma implementação armazena as localizações e valores em uma aparelhagem, tal como um DVD, um disco rígido, ou outro dispositivo de armazenagem. A aparelhagem inclui uma mídia de leitura por processador contendo a informação armazenada na mesma. A informação armazenada identifica um valor de reposição para uma porção de um conjunto codificado de dados. Outra implementação proporciona um sinal formatado incluindo a informação que é armazenada em uma mídia de leitura por processador desta aparelhagem.

Implementações adicionais são direcionadas para o desempenho de vários processos, tal como, por exemplo, os resultados advindos do processo 900 ou do processo 100. Por exemplo, uma implementação em uma aparelhagem, tal como um DVD, um disco rígido, ou outro dispositivo de armazenagem que inclua o dado codificado modificado, com outra implementação compreendendo um sinal formatado incluindo tal dado codificado modificado. Mais especificamente, uma implementação consiste de uma aparelhagem incluindo uma

mídia de leitura por processador, a mídia de leitura por processador apresentando armazenada na mesma o dado codificado que vem a incluir uma porção modificada. Outra implementação consiste de um sinal formatado para incluir o dado codificado que é armazenado na mídia de leitura por processador desta aparelhagem.

5 A discussão anterior descreve um método para a análise de um elemento de sintaxe alvo e identificando todos aqueles, caso exista algum, valores alternativos aceitáveis que poderiam ser substituídos pela reposição de um bloco de bits no fluxo de bits codificado com um bloco de bits alternativo. Através do exame de todos os elementos de sintaxe em uma sequência codificada AVC, pode-se construir uma listagem daqueles valores em que exista, 10 pelo menos, um valor alternativo aceitável. Esta é listagem chamada de lista de "elementos de sintaxe intercambiáveis". Para cada elemento de sintaxe que possa ser mudado, pode-se construir uma listagem de valores alternativos aceitáveis. Observe-se que outras implementações podem alterar os elementos de sintaxe que não sejam do tipo macrobloco, e o modo de prognóstico interno inherente. Tais outros elementos de sintaxe incluem, por exemplo, os 15 vetores de movimento, os valores residuais ou a codificação dos valores residuais fazendo uso de coeficientes DCT (por exemplo), os indicadores de prognóstico interno de uma imagem de referência ou quadro de referência.

Vários elementos de sintaxe relacionam-se à informação de referência, que significa a informação que identifica uma referência de alguma maneira. Uma referência refere-se, 20 em termos gerais, a um conjunto de informação que seja utilizado como uma base para um prognóstico. Um identificador de referência, em geral, refere-se à informação que identifica uma referência. Por exemplo, uma referência pode ser identificada por um modo de prognóstico interno de um bloco devido ao modo de prognóstico interno identificar os pixels utilizados como a base para um prognóstico de um bloco corrente. O modo de prognóstico interno identifica também a maneira pela qual aqueles pixels identificados são utilizados. Uma referência pode ainda ser também identificada, por exemplo, como um vetor de movimento, 25 ou um indicador de um quadro anterior ou macrobloco que é utilizado como uma base para um prognóstico. Observe-se que um certo macrobloco pode apresentar múltiplos identificadores de referência e referências múltiplas.

30 Deve ficar entendido que uma referência, e/ou um identificador de referência, pode existir para blocos de prognósticos internos e blocos de prognósticos intermediários. Os blocos de prognóstico interno podem utilizar um identificador de referência, tal como, por exemplo, um modo de prognóstico interno ou um tipo de macrobloco (que faz a identificação do modo de prognóstico interno), e a referência pode ser, por exemplo, um bloco ou um conjunto de pixels a partir da mesma imagem. Os blocos de prognóstico interno podem fazer uso de um identificador de referência tal como, por exemplo, um vetor de movimento, e a referência pode se constituir na totalidade ou em parte de uma imagem diferente.

O objetivo da informação embutida é o de modificar um subconjunto dos elementos de sintaxe na lista de todos os elementos de sintaxe intercambiáveis, alterando os seus valores daqueles valores originais para um dos valores alternativos aceitáveis listados, de acordo com a carga útil. Em uma implementação prática, chega-se a esta condição em três etapas, conforme mostrado anteriormente na Figura 9.

De acordo com a discussão anterior, a carga útil pode ser recuperada do fluxo de bits AVC com o auxílio do metadado de detecção. Em algumas implementações, o metadado de detecção indica os elementos de sintaxe específicos que representam a informação de carga útil e os valores originais daqueles elementos. Caso o processo de se embutir utilize os valores originais para representação de um '0', com o valor alternativo representado pelo '1', o detector pode comparar o valor no fluxo de bits com o valor original armazenado no dado de detecção. Caso os dados combinem, o detector relata um bit '0'. Se eles não se combinam, o detector relata um bit '1'. Caso o processo para se embutir substitua o valor original com um dos dois valores alternativos, esses dois valores alternativos e suas etiquetas correspondentes são recuperadas a partir do dado de detecção. O detector compara então o valor no fluxo de bits com uma ou mais das duas alternativas e relata a etiqueta correspondente.

O dado de carga útil pode ser também recuperado a partir do grupo de imagens decodificadas no domínio pixel. Este processo é especificado junto a medida particular utilizada no processo de seleção de subconjuntos. Em uma implementação prática, a medida é a luminância média de um bloco de pixels. A luminância média original de cada bloco modificado é recuperada a partir do dado de detecção. O detector calcula a luminância média do bloco de pixels especificado na sequência de imagens decodificada, comparando aquele valor com o valor original armazenado no dado de detecção. Caso o valor calculado seja menor do que o original, o detector relata um bit '0'. Tal implementação armazena a localização e o valor original no dado de detecção, não necessitando, porém, de armazenar os valores de detecção aguardados para um bit '0' ou um bit '1'.

Este método de recuperação pode apresentar problemas caso o grupo de imagens decodificadas seja modificado por uma mudança uniforme na luminância após a decodificação, porém antes da detecção. De maneira a endereçar esta situação, a luminância média de uma quantidade de blocos de referência pode ser armazenada no dado de detecção. Existem blocos que não foram alterados pelo processo de se embutir a impressão. Estas mudanças de luminâncias podem ser compensadas pelo ajuste dos valores originais de acordo. Pelo menos, uma implementação ajusta as mudanças de luminância não-uniformes através do emprego de um bloco de referência próximo ao bloco marcado com marca d'água.

Deve ficar entendido que a informação embutida pode incluir uma variedade de

aplicações. Um tipo de tal aplicação consiste de uma impressão de marca d'água aonde uma carga útil esteja embutida em um fluxo de dados. Contudo, várias aplicações embutindo informação podem fazer uso de requisitos diferentes. Por exemplo, pode ser desejável efetuar-se uma mudança junto ao fluxo de dados resultando em uma mudança que seja perceptível por um usuário.

Com referência a Figura 11, um processo 1100 genérico é apresentado em função da recuperação de informação de carga útil, ou em termos gerais, para a detecção de uma marca d'água. O processo 1110 pode ser aplicado, por exemplo, junto a um fluxo de bits com a marca d'água e codificado, ou a um dado da faixa de base a partir de um fluxo de bits decodificados com a marca d'água.

O processo 1100 inclui a determinação de uma localização para uma possível marca d'água (1110). Observe-se que este processo pode ser aplicado para cumprimento de que possa ou não ter havido a aplicação de um processo de impressão de marca d'água. Além disso, mesmo caso seja aplicado um processo de impressão de marca d'água, um bit de carga útil pode ser embutido sem a mudança do conteúdo (conforme previamente descrito). Assim, a localização que é verificada pode ou não ser modificada. Caso o conteúdo tenha sido anteriormente impresso com marca d'água, então, este processo é designado para a recuperação da carga útil embutida. O processo 110 inclui o acesso (1120) e análise (1130) a partir da localização determinada. O processo 1100 inclui ainda a identificação da informação de marca d'água, caso exista qualquer marca d'água, com base na análise (1140). A informação de marca d'água identificada, por exemplo, pode ser uma sequência de bits (ou outra unidade de informação) ou um valor de detecção determinado para um macrobloco (ou outra unidade de uma imagem).

O processo 1100 pode ser repetido para uma ou mais localizações para a identificação de um ou mais bits adicionais que caracterizam uma carga útil. Assim, pode-se recuperar toda uma inteira carga útil fazendo-se uso do processo 1100.

As implementações do processo 1100 incluem a análise de um fluxo de bits modificado, bem como a análise dos dados de faixas de base (por exemplo, o dado de áudio ou domínio de pixel). Por exemplo, um fluxo de bits pode ser modificado através da modificação de bits associada com um elemento de alvo, de acordo com uma das implementações descrita anteriormente. Uma marca d'água pode ser detectada em tal fluxo de bits através de acesso a localizações de bits apropriadas, testando a modificação naquelas localizações. As localizações de bits e valores modificados (ou possíveis valores modificados), tais como os encontrados no metadado embutido, podem ser ainda incluídos no dado de detecção.

Alternativamente, ou em acréscimo a isso, tal fluxo de bits modificado pode ser decodificado e possivelmente submetido a outro processamento, incluindo a recodificação. No caso de recodificação, não será esperado que tal fluxo de bits recodificado venha a incluir o

mesmo elemento alvo modificado, na mesma localização, conforme constando no fluxo de bits modificado original. Contudo, o fluxo de bits recodificado pode ser decodificado para a produção de uma representação digital de faixa de banda (por exemplo, domínio-pixel ou clipe de áudio) aonde, tipicamente, um efeito da modificação original encontra-se ainda presente. Assim, o dado de detecção será útil para a identificação do número de quadro e bloco aonde a modificação original apresente seu impacto. Por exemplo, o elemento alvo pode ter sido originalmente um vetor de movimento para um bloco particular, e o impacto de modificação do vetor de movimento pode ter sido um aumento na luminância média daquele bloco particular ou conjunto de blocos. Aquele aumento na luminância média pode ser preservado a despeito do processamento do fluxo de bits modificado original. Entretanto, o vetor de movimento, e a mudança original junto ao vetor de movimento não serão exatamente os mesmos após a recodificação.

Com referência a Figura 12, um processo 1200 é apresentado descrevendo uma implementação do processo 1100 para uso específico com o grupo de imagens da faixa de base (ou seja, o dado pixel), incluindo-se operações específicas refinadas junto ao grupo de imagens da faixa de base. Contudo, caso o dado comprimido seja acessado (por exemplo, seja recuperado a partir da armazenagem ou restaurados em uma transmissão), ao invés do grupo de imagens da faixa de base, pode-se decodificar o dado comprimido obtendo-se o grupo de imagens da faixa de base.

O processo 1200 inclui o acesso ao grupo de imagens da faixa de base (1205), e, opcionalmente, desempenha o registro (1210) geométrico e/ou temporal. O registro pode ser necessário devido ao metadado de detecção poder descrever cada mudança, por exemplo, através do número de quadro e da posição de bloco no interior do quadro. Consequentemente, o registro facilita a identificação apropriada do número de quadro e do bloco. Existem muitas abordagens para a obtenção deste registro, e a implementação é independente da abordagem de registro, podendo ser utilizadas várias abordagens.

O processo 1200 inclui o acesso ao metadado de detecção (1215). cada entrada no metadado de detecção podendo definir uma mudança, por exemplo, através de sua posição de quadro e do bloco no interior do quadro. Para cada entrada, executa-se um enlace (1220), o qual, em regra, pode ser concebido incluindo as operações 1225-1245.

Para cada entrada no metadado de detecção, o bloco de dado pixel correspondente é extraído a partir do grupo de imagens da faixa de base (1225). A partir do bloco extraído, o fator de detecção é medido, calculado, ou por alguma outra forma, determinado (1230). No exemplo acima, o fator de detecção consiste da luminância média, e em outro exemplo, o fator de detecção consiste na variância.

O processo 1200, e o enlace (1220), incluem a comparação do fator de detecção determinado junto ao metadado de detecção (1235). Esta comparação inclui, em uma im-

plementação, a comparação do fator determinado, por exemplo, de um valor de luminância média, junto a dois valores da luminância média no metadado de detecção. A melhor combinação é selecionada e seu símbolo correspondente é liberado (1240). Uma implementação identifica a melhor combinação como o valor de detecção armazenado que se apresenta mais próximo do fator de detecção determinado. Outras implementações podem aplicar, por exemplo, uma avaliação não-linear para a determinação da melhor combinação.

O processo 1200, e o enlace (1220), incluem ainda o retorno do enlace indo para o bloco codificado de prognóstico interno seguinte que seja indicado no metadado de detecção (1245). O enlace (1220) se repete para todos os blocos indicados no metadado de detecção.

Cada interação através do enlace (1220) libera um símbolo a partir da operação (1240), e o resultado consiste de um fluxo de símbolos (1250). Opcionalmente, o fluxo de símbolos é decodificado (1255). Observe-se que as implementações não necessitam de terem codificados os bits de carga útil. Caso um processo de codificação de dados seja aplicado junto a carga útil (por exemplo, na forma de codificador de dados 120 na Figura 1), então, o processo de decodificação de dados correspondente é aplicado junto ao fluxo de símbolos viabilizando a carga útil recuperada, referenciada como a estimativa da carga útil (1260).

A estimativa da carga útil (1260) corresponde ao fluxo de símbolos decodificado ou, (caso a carga útil não tenha sido codificada) ao fluxo de símbolos. Em típicas implementações, os símbolos liberados pela operação (1240) consistem de bits, mas outras implementações podem codificar outros símbolos que não sejam bits.

Conforme discutido anteriormente, quando se faz uso da luminância média como um fator de detecção, o sistema pode se tornar confuso devido as mudanças globais na claridade. Em outras palavras, um aumento global na claridade pode levar a que a luminância extraída do grupo de imagens da faixa de base sempre venha a se tornar mais próxima ao mais transparente dos dois valores armazenados no metadado. Assim, o fluxo de símbolos pode consistir (erroneamente) de todos os bits '1'. Para contrabalançar isto, um elemento para impressão pode adicionar uma quantidade de entradas referenciais na informação de detecção. Uma entrada de referência lista um número de quadro, a posição do bloco, um valor original para a luminância do bloco para um bloco que não seja afetado pelo processo de impressão de marca d'água. O detector pode ler os valores de referência e comparar estes com os valores correspondentes vistos no grupo de imagens da faixa de base. Então, o grupo de imagens da faixa de base pode ser ajustado (talvez durante o registro), de maneira que a luminância medida nos blocos de referência combine-se com aquela listada no arquivo de metadado de detecção.

Várias implementações do processo 900 ou do processo 1200 utilizam o metadado

de detecção que inclui uma ou mais variedades de pedaços de dados. Por exemplo, o metadado de detecção pode incluir a informação de localização identificando as localizações para a verificação de uma possível marca d'água. A informação de localização pode incluir, por exemplo, um identificador de quadro e/ou um identificador de bloco.

5 O metadado de detecção pode incluir, por exemplo, um valor de marca fixada como um fator. A marca fixada pode ser, por exemplo, o valor do fator antes da localização ter sido modificada. A marca fixada pode ser, por exemplo, comparada com o valor atual (a nova marca fixada) do fator para a localização acessada (1120) proporcionando uma indicação da mudança. Por exemplo, a comparação pode indicar se o valor (da marca fixada) aumentou ou se diminuiu como um resultado dessa modificação.

10 O metadado de detecção pode incluir como um fator, por exemplo, um valor de base a partir de uma localização diferente (sem a marca fixada). Tal valor de base pode ser, por exemplo, a luminância média de uma localização sem a marca d'água. O valor de base pode ser usado, conforme explicado anteriormente, para determinar se ocorreu uma mudança no dado com um grau de efeito maior do que na localização com a marca d'água. Em certas circunstâncias, pode ocorrer uma mudança global (por exemplo, uma mudança no quadro inteiro). Por exemplo, a luminância média de um quadro inteiro pode ter sido alterada. O valor de base pode ser então comparado com o novo valor do fator na localização sem a presença da marca d'água (um novo valor de base). Caso a diferença seja maior do que um limite estabelecido, pode-se determinar a partir daí que ocorreu uma mudança global. Alternativamente, a diferença pode ser considerada como simplesmente sendo uma diferença global, e ela ser adicionada ao valor (a nova marca fixada) determinado para a (possível) localização marcada com a marca d'água levando em consideração a mudança global. Observe-se que nesta alternativa, a diferença pode ser adicionada (alternativamente) 15 junto a marca fixada ao invés do valor (a nova marca fixada). Ainda mais, em certas implementações, uma razão pode ser determinada entre o valor de base e o novo valor de base, e tanto a marca fixada quanto a nova marca fixada podem ser multiplicadas por esta razão.

20 Com referência a Figura 13, um sistema 1300 fornece uma camada “p” 1305 para impressão em vídeo de marca d'água (outros tipos de conteúdo podem ser também impressos com marca d'água) fazendo-se uso da informação embutida pré-preparada (referida como o metadado embutido). O vídeo com a marca d'água é fornecido para visualização. O sistema 1300 proporciona ainda a recodificação do vídeo fornecido para visualização, tal conforme pode ocorrer, por exemplo, quando uma cópia não-autorizada do vídeo é recodificada. O sistema 1300 proporciona ainda a decodificação da recodificação, e a detecção da 25 carga útil original em um ou mais pontos no sistema generalizado. O sistema 1300 serve também como um fluxograma para um ou mais processos.

A camada “p” 1305 inclui uma carga útil 1310, um vídeo 1315, e metadado embuti-

do 1318. A camada “p” 1305 inclui uma unidade de impressão de marca d’água 1320 que recebe a carga útil 1310, o vídeo 1315, e o metadado embutido 1318, habilitando um vídeo com a marca d’água. A carga útil pode ser detectada a partir do vídeo com a marca d’água através de um detector de carga útil 1345.

5 A camada “p” 1305 inclui um decodificador de entropia 1325 que recebe o vídeo com a marca d’água desempenhando a decodificação por entropia. A camada “p” 1305 inclui ainda um decodificador de prognóstico 1330 que recebe o fluxo decodificado por entropia advindo do decodificador de entropia 1325 desempenhando a decodificação prognosticada para a produção de uma imagem no domínio pixel 1335. A imagem no domínio pixel pode
10 ser fornecida junto a um visualizador 1355, ou via um detector de carga útil 1350 operando no dado da faixa de base.

A imagem no domínio pixel pode ser fornecida também como um recodificador de prognóstico 1360 acompanhado por um recodificador entrópico para recodificar a imagem no domínio pixel em uma saída codificada 1370. A saída codificada 1370 pode ser, por exemplo, um fluxo de bits compatível ao padrão AVC. A saída codificada 1370 pode ser, por exemplo, armazenada, em uma mídia com capacidade de gravação para distribuição. O recodificador de prognóstico 1360 e o recodificador entrópico 1365 podem fazer parte de um dispositivo separado da camada “p” 1305 e que esteja produzindo cópias não-autorizadas do conteúdo (representado pela saída 1370).

20 A saída codificada 1370 pode ser fornecida, por exemplo, junto a um decodificador de entropia 1380 (que pode ser idêntico ao decodificador de entropia 1325) acompanhado por um decodificador de prognóstico 1385 (que pode ser idêntico ao decodificador de prognóstico 1330) para a decodificação da saída codificada 1370 em uma imagem no domínio pixel 1390. A imagem no domínio pixel 1390 pode ser fornecida junto a um visualizador 1392 e/ou junto a um detector de carga útil 1395 (que pode ser idêntico ao detector de carga útil 1350). O decodificador de entropia 1380 e o decodificador de prognóstico 1385 podem ser partes de um dispositivo separado da camada “p” 1305 e do recodificador de prognóstico 1360 e do recodificador de entropia 1365. Por exemplo, um tal tipo de dispositivo separado pode se apresentar geograficamente localizado em uma instalação de detecção de carga útil
25 30 que recebe e analisa cópias de conteúdo não-autorizado (representadas pela saída 1370).

Evidentemente, o processo 900, ou outros processos descritos nesta aplicação podem ser executados por uma variedade de dispositivos, incluindo-se dispositivos de processamento. Tais dispositivos podem incluir também um dispositivo de armazenagem para o armazenamento de dados como, por exemplo, os dados acessados, o valor da marca fixada, o valor de base, e as localizações de possível informação de marca d’água. Ainda, o processo 900, ou outros processos descritos neste relatório, podem ser incorporados ainda em um conjunto de instruções.

Fatores e aspectos das implementações descritas podem ser aplicados junto a várias aplicações. As aplicações incluem, por exemplo, discos para impressão da marca d'água como, por exemplo, DVDs ou outros discos, e fluxos digitais para impressão de marca d'água. A impressão de marca d'água por discos pode ser realizada de várias maneiras, por exemplo, na duplicação dos discos. A impressão de marca d'água em fluxos digitais pode ser realizada também de várias maneiras, por exemplo, na reprodução, difusão, descarragamento, ou outro tipo de transferência de um fluxo digital. Estes fatores e aspectos podem ser também adaptados para outras áreas de aplicação. Por exemplo, um fluxo de bits codificado pode ser modificado para outras finalidades que não seja a impressão de marca d'água. Um exemplo inclui se embutir uma mensagem destinada a que seja vista por um observador. Ainda, a mensagem pode ser variada com base em uma carga útil ou outro tipo de critério. Ainda, embora as implementações descritas se concentrem primariamente na codificação de extensão variável, outras aplicações podem aplicar os mesmos conceitos junto a outras técnicas de codificação.

Os conceitos, implementações, e fatores descritos neste relatório podem ser aplicados, por exemplo, em vários estágios em um típico processo de criação, distribuição, e reprodução de DVD. Por exemplo, os conceitos e fatores podem ser empregados em forma de:

1. Pré-processamento de conteúdo para a determinação dos valores de reposição.

Os valores de reposição não necessitam de serem inseridos neste estágio, mas podem ser armazenados, por exemplo, em uma estrutura de dados (por exemplo, uma tabela) para futura inserção.

2. Estrutura de dados mencionada no item 1 acima, ou um sinal conduzindo a estrutura de dados, ou uma mídia de leitura por processador armazenando na estrutura de dados. Tal mídia pode conter, por exemplo, tanto a estrutura de dados como o conteúdo não-modificado.

3. Inserção dos valores de reposição a partir do item 1 acima no conteúdo.

4. Conteúdo modificado produzido a partir do item 3 acima, tanto em uma estrutura de dados, em um sinal conduzindo o conteúdo modificado, em uma mídia de leitura por processador armazenando o conteúdo modificado.

5. Decodificação do conteúdo modificado do item 4 acima para a produção do dado da faixa de base, tal como, por exemplo, o dado de pixel (caso as imagens sejam codificadas) ou o dado de áudio (caso o áudio seja codificado).

6. O próprio conteúdo decodificado advindo do item 5 acima, consistindo de conteúdo modificado incluindo uma marca d'água. O conteúdo decodificado pode ser, por exemplo, em uma estrutura de dados, um sinal conduzindo o conteúdo decodificado, ou uma mídia de leitura por processador armazenando, pelo menos, temporariamente, o conteúdo de-

codificado.

7. Exposição, ou em termos mais genéricos, apresentação do conteúdo decodificado relacionado ao item 6 acima. Incluindo ainda o fornecimento de visualização ou apresentação.

5 8. Recodificação do conteúdo decodificado a partir do item 6 acima, de modo que o fator de detecção (resultado da modificação) seja retido muito embora os bits codificados possam ser diferentes daqueles fornecidos no item 4 acima.

10 9. Estrutura de dados contendo o conteúdo recodificado advindo do item 8. Ou um sinal de formatação e condução do conteúdo recodificado. Ou uma mídia de leitura por processador armazenando o conteúdo recodificado.

10 10. Decodificação do conteúdo recodificado do item 8 acima para a produção do dado da faixa de base.

15 11. O dado da faixa de base produzido pela decodificação do item 10 acima. O dado da faixa de base pode ser, por exemplo, em uma estrutura de dados, um sinal conduzindo o dado da faixa de base, ou uma mídia de leitura por processador armazenando, pelo menos, temporariamente o dado da faixa de base.

12. Exposição, ou em termos mais genéricos, apresentação do dado da faixa de base do item 11 acima. Incluindo ainda o fornecimento de visualização ou apresentação.

20 13. Detecção de uma carga útil (por exemplo, uma marca d'água) a partir do conteúdo modificado do item 4 acima.

14. Detecção de uma carga útil a partir do dado da faixa de base do item 5 acima.

15. Detecção de uma carga útil, caso os bits codificados deem condições para isso, advinda do conteúdo recodificado dos itens 8 e 9 acima.

16. Detecção de uma carga útil a partir do dado da faixa de base do item 11 acima.

25 Observe-se que se cabeçalhos são utilizados para várias seções deste relatório, consequentemente, o cabeçalho de uma dada seção não é formado em sentido a limitar a descrição daquela seção referente ao tópico do cabeçalho, nem vem a limitar a descrição de outras seções junto aos tópicos extemporâneos referente aquele cabeçalho. Tais cabeçalhos são formas de exemplos, e pretendem vir em auxílio genérico ao leitor. Tais cabeçalhos 30 não pretendem restringir o fluxo do relatório descritivo, nem restringir a capacidade de aplicação ou o seu alcance genérico.

35 Uma marca d'água, conforme empregada neste relatório, pode se referir a vários itens. Por exemplo, uma marca d'água pode querer se referir ao dado modificado ou introduzido possibilitando ser posteriormente detectado, ou vindo a resultar em modificação da faixa de base.

Conforme deve ficar claro, um elemento de sintaxe pode representar um ou mais dos vários diferentes tipos de informação. Por exemplo, um elemento de sintaxe pode ser

um vetor de movimento, um coeficiente de resíduo DCT, um tipo de macrobloco, um parâmetro de quantização, ou uma identificação. Consequentemente, os elementos de sintaxe não precisam ter todos a mesma extensão, mas podem ter várias extensões diferentes. Várias implementações descritas neste relatório podem funcionar em qualquer tipo de elemento de sintaxe, a despeito de qual tipo de informação é representada pelo elemento de sintaxe e a despeito do tamanho/extensão do elemento de sintaxe.

Várias implementações são descritas em termos de uma imagem, uma estrutura, ou um bloco, por exemplo. Contudo, os conceitos, implementações, e fatores descritos neste relatório, em geral, aplicam-se a uma imagem, e aquela imagem pode compreender (ou incluir) um ou mais pixels, blocos, fatias, campos, quadros, imagens, ou sequências.

Além do mais, muitas implementações são descritas em termos de dados de vídeo. Contudo, os conceitos, implementações, e fatores são, em regra, igualmente aplicáveis junto a dados de áudio e outros tipos de dados codificados.

Dois dispositivos ou componentes são ditos estarem acoplados, caso os dois dispositivos estejam diretamente ou indiretamente conectados. Os dispositivos diretamente conectados não apresentam dispositivos de intervenção entre os dispositivos conectados. Os dispositivos conectados indiretamente apresentam um ou mais dispositivos de intervenção entre os dispositivos conectados.

Ainda, muitas implementações são descritas com respeito ao padrão AVC. Entretanto, os conceitos, implementações, e fatores (1) não necessitam de estarem restritos a um ambiente padronizado, podendo ser empregados em ambientes aonde nenhum tipo de padrão seja utilizado, (2) e, certamente, não estão restritos ao padrão AVC, (3) empregados, em geral, junto a outros padrões conhecidos, e (4) terão, em regra, capacidade de serem empregados de alguma forma, pelo menos, em futuros padrões a serem desenvolvidos. Outros padrões podem incluir os padrões relacionados ao AVC, que dizem respeito, em geral, a outros padrões que são baseados, ou são semelhantes, ao padrão AVC (com ou sem suas extensões).

As implementações descritas neste relatório podem ser implementadas, por exemplo, em um método ou processo, em uma aparelhagem, ou programa de software. Mesmo se somente discutida no contexto de uma forma simples de implementação (por exemplo, discutida somente como um método), a implementação de fatores discutida pode ser implementada também em outras formas (por exemplo, numa aparelhagem ou programa). Uma aparelhagem pode ser implementada, por exemplo, em um hardware, software, e firmware apropriados. Os métodos podem ser implementados, por exemplo, em uma aparelhagem, tal como, por exemplo, um processador, referido aos dispositivos de processamento habituais, incluindo-se, por exemplo, um computador, um microprocessador, um circuito integrado, ou um dispositivo de programação lógica. Os dispositivos de processamento incluem ainda

dispositivos de comunicação, tais como, por exemplo, computadores, telefones celulares, assistentes digitais personalizados/portáteis (“PDAs”), e outros dispositivos que facilitam a comunicação da informação entre usuários em pontas.

As implementações dos vários processos e fatores descritos neste relatório podem ser personificadas em uma variedade de equipamentos e aplicações diferentes, particularmente, por exemplo, equipamentos ou aplicações associadas com a codificação e decodificação de dados, ou equipamentos ou aplicações associadas com a produção de conteúdo. Exemplos de equipamentos incluem codificadores de vídeo, decodificadores de vídeo, codecs de vídeo, servidores na web, conjuntos de periféricos de linha, laptops, computadores personalizados, telefones celulares, PDAs, e outros dispositivos de comunicação. Deve ficar claro que os equipamentos podem ser móveis e mesmo instalados em um veículo móvel.

Além do mais, os métodos podem ser implementados através de instruções sendo executadas por um processador, e tais instruções podem ser armazenadas em uma mídia de leitura por processador, tal como, por exemplo, um circuito integrado, um condutor de software ou outro tipo de dispositivo de armazenagem, tal como, por exemplo, um disco rígido, um disquete compacto, uma memória de acesso aleatório (“RAM”), ou uma memória fixa (“ROM”). As instruções podem formar um programa de aplicação personificado de maneira tangível em uma mídia de leitura por processador. As instruções podem estar contidas, por exemplo, no hardware, firmware, software, ou uma combinação destes. As instruções podem ser encontradas, por exemplo, em um sistema operacional, uma aplicação separada, ou uma combinação destas duas. Um processador pode ser caracterizado, portanto por exemplo, tanto como um dispositivo configurado para conduzir um processo e um dispositivo que inclui uma mídia de leitura por processador contendo instruções para a condução de um processo.

Conforme deve se apresentar como evidente a um especialista na área, as implementações podem produzir ainda um sinal formatado para a condução da informação que, por exemplo, pode se apresentar armazenada ou transmitida. A informação pode incluir, por exemplo, instruções para o desempenho de um método, ou dado produzido por uma das implementações descritas. Tal sinal pode ser formatado, por exemplo, na forma de uma onda eletromagnética (por exemplo, utilizando-se uma porção de frequência de rádio do espectro total) ou um sinal da faixa de base. A formatação pode incluir, por exemplo, a codificação de um fluxo de dados e a modulação de um condutor com o fluxo de dados codificado. A informação do que o sinal conduz pode consistir, por exemplo, de informação analógica ou digital. O sinal pode ser transmitido em uma variedade de diferentes enlaces com ou sem fiação, conforme já se sabe.

Foi feita a descrição de uma quantidade de implementações. Não obstante, deve-se compreender que podem ser efetuadas várias modificações. Por exemplo, os elementos de

diferentes implementações podem ser combinados, suplementados, modificados, ou removidos para a produção de outras implementações. Além do mais, um especialista na área irá notar que outras estruturas e processos podem ser substitutos para o que foi descrito neste relatório, e as implementações resultantes irão desempenhar, pelo menos, substancialmen-

te, funções idênticas, pelo menos, substancialmente das mesmas maneiras, chegando-se, pelo menos, substancialmente, aos mesmos resultados conforme ocorrido para as implementações descritas. Consequentemente, essas e outras implementações são contempladas por este relatório situando-se dentro do escopo das reivindicações apensas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método imprimir marca d'água em dados codificados de extensão variável, compreendendo:

acessar (1010) dados codificados de extensão variável incluindo uma codificação de informação identificando uma referência real utilizada para codificação prognosticada de uma imagem, a dita referência real sendo um bloco real ou conjunto de pixels de uma imagem e a dita informação sendo uma variável ou parâmetro que identifica a referência real, a codificação da informação apresentando um valor particular, e os dados codificados de extensão variável incluindo também uma codificação de um resíduo produzido a partir da codificação prognosticada da imagem com base na referência real;

acessar (1020) um valor alternativo que seja diferente do valor particular, de modo que o valor alternativo consista de uma codificação de informação alternativa que identifica uma referência diferente da referência real; e

inserir (1030) o valor alternativo nos dados codificados de extensão variável como um substituto para o valor particular para imprimir marca d'água na imagem, de acordo com a carga útil de marca d'água, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os dados codificados de extensão variável incluem o valor alternativo codificando a informação alternativa identificando a referência diferente e também incluem o resíduo produzido a partir da codificação prognosticada da imagem com base na referência real.

20 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a codificação prognosticada da imagem é intra-prevista, de modo que a referência real seja uma referência intra-prevista.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a referência diferente é uma referência intra-prevista.

25 4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a informação que identifica a referência real inclui um indicador do tipo macro-bloco, como usado em H.264 ou um padrão relacionado.

30 5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a informação que identifica a referência real inclui um indicador de modo de intra-previsão, como usado em H.264 ou um padrão relacionado.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a codificação prognosticada da imagem é inter-prevista, de modo que a referência real é uma referência inter-prevista.

35 7. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as informações que identificam a referência real incluem um vetor de movimento, como usado em H.264 ou um padrão relacionado.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7,

CARACTERIZADO pelo fato de que:

acessar os dados codificados de extensão variável ocorre em resposta a uma solicitação para apresentação dos dados codificados de extensão variável, e

5 operações de processamento para determinar se o valor alternativo foi executado antes do acesso aos dados codificados de extensão variável, de modo que, mediante o recebimento da solicitação para apresentação dos dados codificados de extensão variável, e o acesso posterior aos dados codificados de extensão variável, o valor alternativo pode ser introduzido sem a necessidade de se determinar o valor alternativo.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8,
10 **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender ainda realizar operações de processamento para determinar o valor alternativo, antes do acesso ao valor alternativo.

10. Dispositivo para imprimir marca d'água em dados codificados de extensão variável, compreendendo uma unidade de modificação de fluxo contínuo (102, 1320) que compreende pelo menos o seguinte:

15 meios para acessar dados codificados de extensão variável incluindo uma codificação de informação identificando uma referência real utilizada para codificação prognosticada de uma imagem, a dita referência real sendo um bloco real ou conjunto de pixels de uma imagem e a dita informação sendo uma variável ou parâmetro que identifica a referência real, a codificação da informação apresentando um valor particular, e os dados codificados de extensão variável também incluem codificação de um resíduo produzido a partir da codificação prognosticada da imagem com base na referência real;

meios para acessar um valor alternativo que seja diferente do valor particular, de modo que o valor alternativo seja uma codificação de informação alternativa que identifica uma referência diferente da referência atual; e

25 meios para inserir o valor alternativo nos dados codificados de extensão variável na forma de um substituto para o valor particular para imprimir marca d'água na imagem, de acordo com a carga útil da marca d'água, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os dados codificados de extensão variável incluem o valor alternativo codificando a informação alternativa identificando a referência diferente e também incluem o resíduo produzido a partir da codificação prognosticada da imagem com base na referência real.

30 11. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender ainda um leitor de DVD, e em que a aparelhagem consiste de um reproduutor de DVDs.

35 12. Mídia legível por processador, **CARACTERIZADA** por apresentar instruções armazenadas na mesma, para executar o método conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 9.

13. Fluxo contínuo de dados codificados de extensão variável (103) para uma codi-

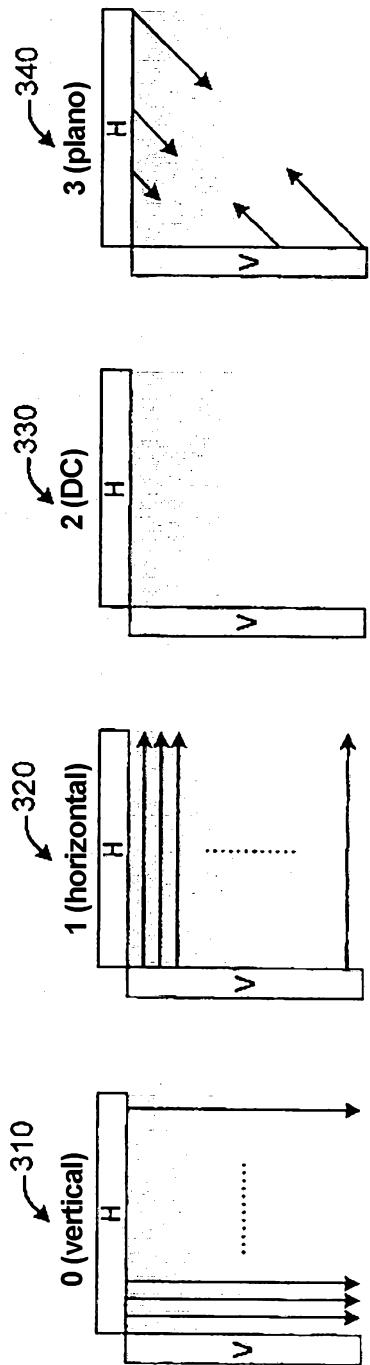
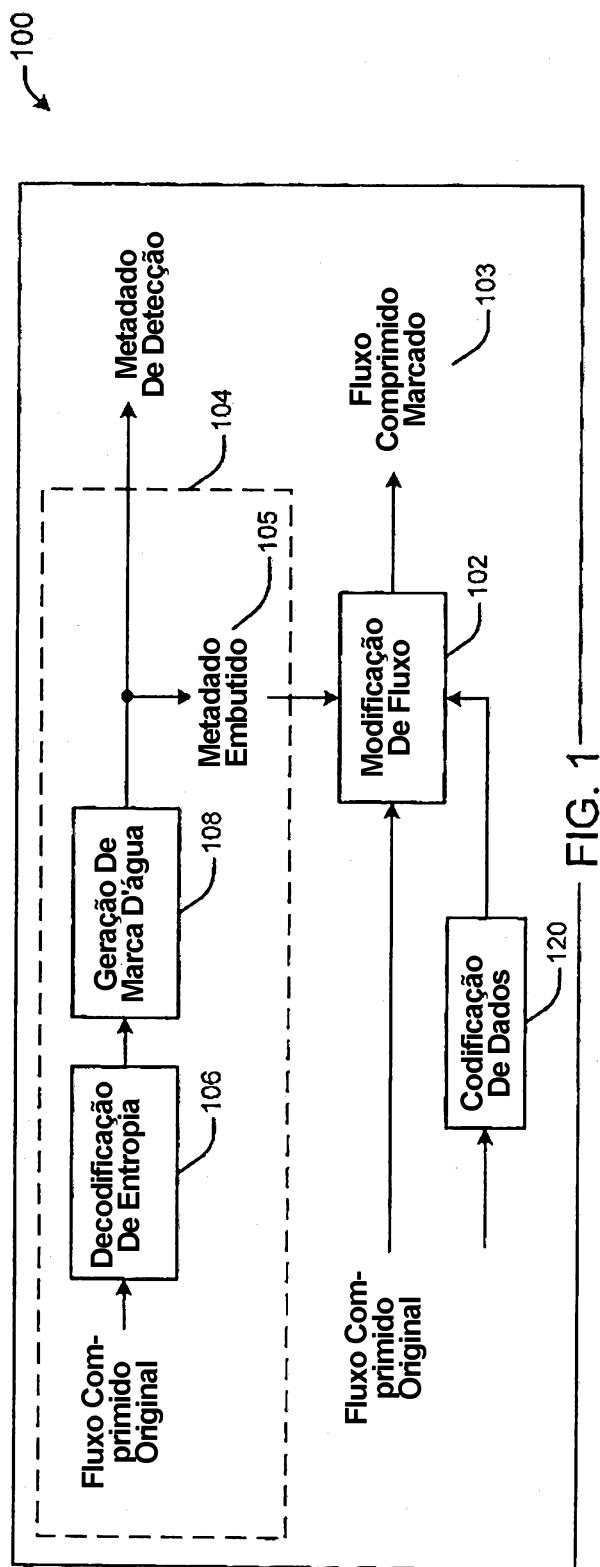
ficação de uma imagem, os dados codificados de extensão variável compreendendo uma codificação de informação identificando uma referência alternativa que seja diferente da referência real utilizada para codificação prognosticada da imagem, a dita referência alternativa sendo um bloco real ou conjunto de pixels de uma imagem e a dita informação sendo

5 uma variável ou parâmetro que identifica a referência alternativa, em que a informação identificando a referência alternativa proporciona imprimir uma marca d'água na imagem, e

CARACTERIZADO pelo fato de que os dados codificados de extensão variável compreendem ainda uma codificação de informação identificando um resíduo a partir da codificação prognosticada da imagem utilizando a referência real, e em que os dados codificados de

10 extensão variável não incluem uma codificação de informação identificando a referência real.

14. Fluxo contínuo, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a codificação prognosticada da imagem é intra-prevista, de modo que a referência real seja uma referência intra-prevista.
- 15 15. Fluxo contínuo, de acordo com a reivindicação 13 ou 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a referência alternativa é uma referência intra-prevista.



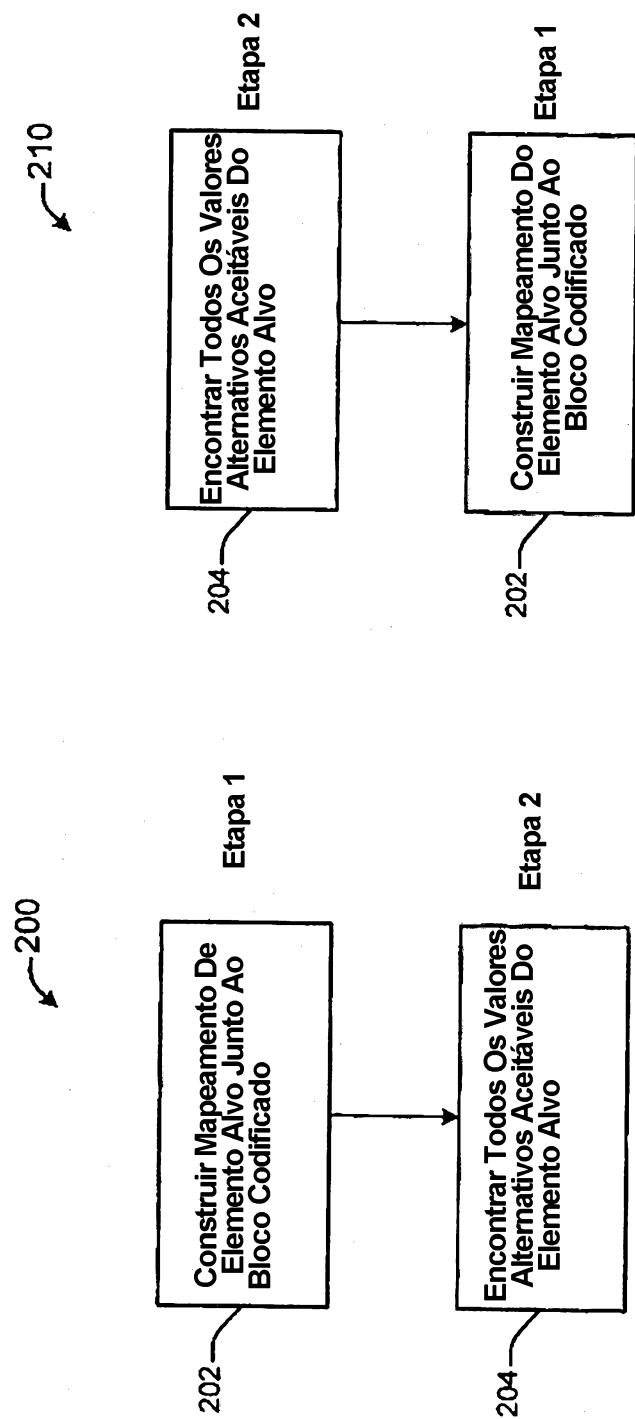


FIG. 2a

FIG. 2b

The diagram shows a table with 15 rows and 7 columns. The columns are labeled: 'tipo_mb' (row 1), 'Nome do tipo_mb' (row 2), 'Transformada tamanho 8x8_identificação' (row 3), 'ModoProgparteMb (Tipo_Mb, 0)' (row 4), 'ModoProg16x16Interno' (row 5), 'PadrãoCroma BiocoCodificado' (row 6), and 'PadrãoLuminância BiocoCodificado' (row 7). Callouts point to various parts of the table:

- Callout 410 points to the 'Nome do tipo_mb' column.
- Callout 445 points to the 'ModoProgparteMb (Tipo_Mb, 0)' column.
- Callout 400 points to the 'ModoProg16x16Interno' column.
- Callout 420 points to the 'PadrãoCroma BiocoCodificado' column.
- Callout 430 points to the 'PadrãoLuminância BiocoCodificado' column.
- Callout 440 points to the 'ModoProg16x16Interno' column.
- Callout 450 points to the first row of data (row 1).

tipo_mb	Nome do tipo_mb	Transformada tamanho 8x8_identificação	ModoProgparteMb (Tipo_Mb, 0)	ModoProg16x16Interno	PadrãoCroma BiocoCodificado	PadrãoLuminância BiocoCodificado
0	I_NxN	0	4x4_Interno	na	Equação 7-33	Equação 7-33
0	I_NxN	1	8x8_Interno	na	Equação 7-33	Equação 7-33
1	I_16x16_0_0_0	na	16x16_Interno	0	0	0
2	I_16x16_1_0_0	na	16x16_Interno	1	0	0
3	I_16x16_2_0_0	na	16x16_Interno	2	0	0
4	I_16x16_3_0_0	na	16x16_Interno	3	0	0
5	I_16x16_0_1_0	na	16x16_Interno	0	1	0
6	I_16x16_1_1_0	na	16x16_Interno	1	1	0
7	I_16x16_2_1_0	na	16x16_Interno	2	1	0
8	I_16x16_3_1_0	na	16x16_Interno	3	1	0
9	I_16x16_0_2_0	na	16x16_Interno	0	2	0
10	I_16x16_1_2_0	na	16x16_Interno	1	2	0
11	I_16x16_2_2_0	na	16x16_Interno	2	2	0
12	I_16x16_3_2_0	na	16x16_Interno	3	2	0
13	I_16x16_0_0_1	na	16x16_Interno	0	0	15
14	I_16x16_1_0_1	na	16x16_Interno	1	0	15

Para a Figura 4b

FIG. 4a

400

Para a Fig. 4A

15	I_16x16_2_0_1	na	16x16_Interno	2	0	15
16	I_16x16_3_0_1	na	16x16_Interno	3	0	15
17	I_16x16_0_1_1	na	16x16_Interno	0	1	15
18	I_16x16_1_1_1	na	16x16_Interno	1	1	15
19	I_16x16_2_1_1	na	16x16_Interno	2	1	15
20	I_16x16_3_1_1	na	16x16_Interno	3	1	15
21	I_16x16_0_2_1	na	16x16_Interno	0	2	15
22	I_16x16_1_2_1	na	16x16_Interno	1	2	15
23	I_16x16_2_2_1	na	16x16_Interno	2	2	15
24	I_16x16_3_2_1	na	16x16_Interno	3	2	15
25	I_PCM	na	na	na	na	na

FIG. 4b

500

Encadeamento em grande formato	Faixa de Número de Código
1	0
$0\ 1\ x_0$	1-2
$0\ 0\ 1\ x_1\ x_0$	3-6
$0\ 0\ 0\ 1\ x_2\ x_1\ x_0$	7-14
$0\ 0\ 0\ 0\ 1\ x_3\ x_2\ x_1\ x_0$	15-30
$0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ x_4\ x_3\ x_2\ x_1\ x_0$	31-62
...	...

FIG. 5

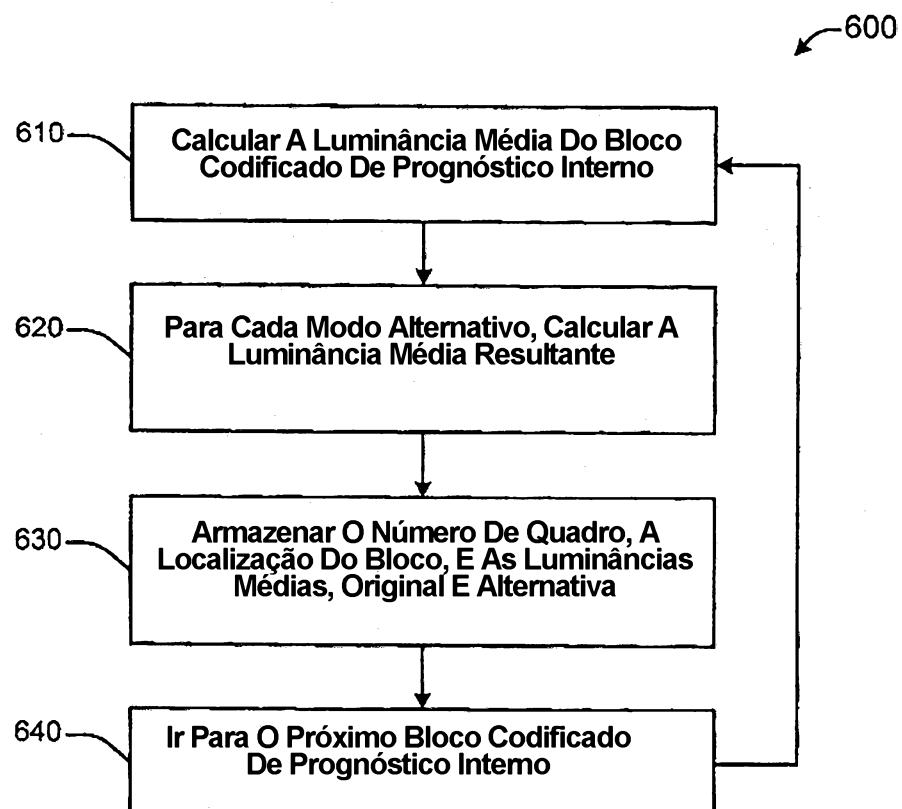


FIG. 6

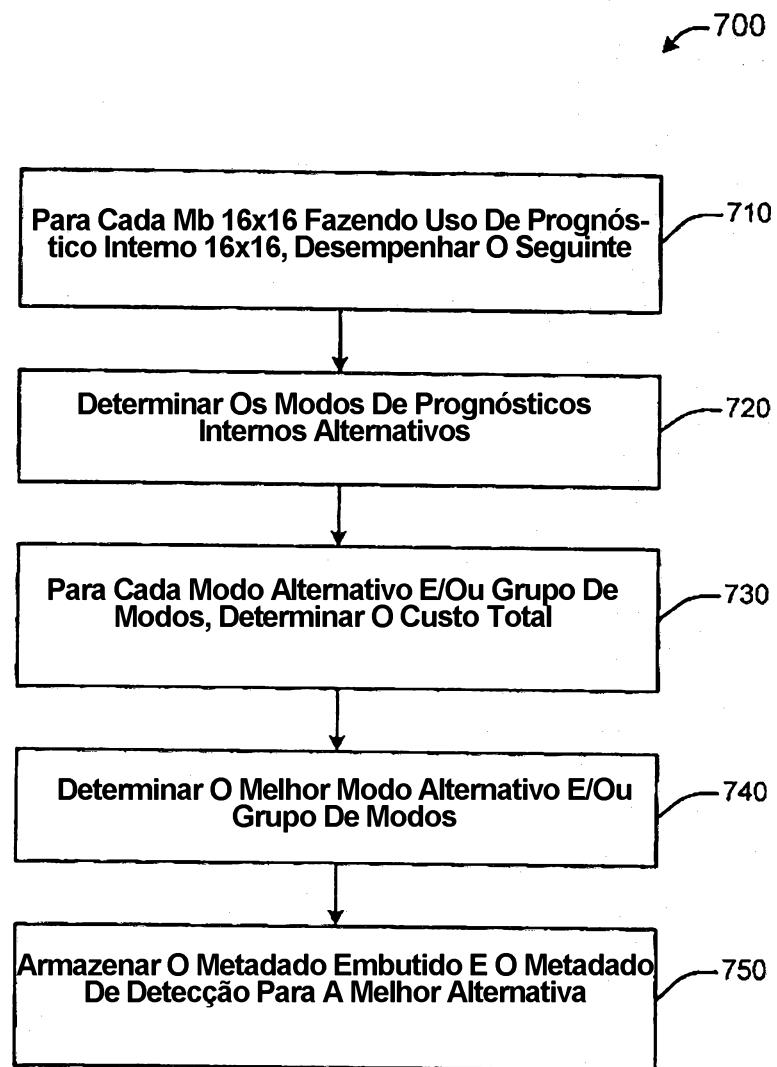


FIG. 7

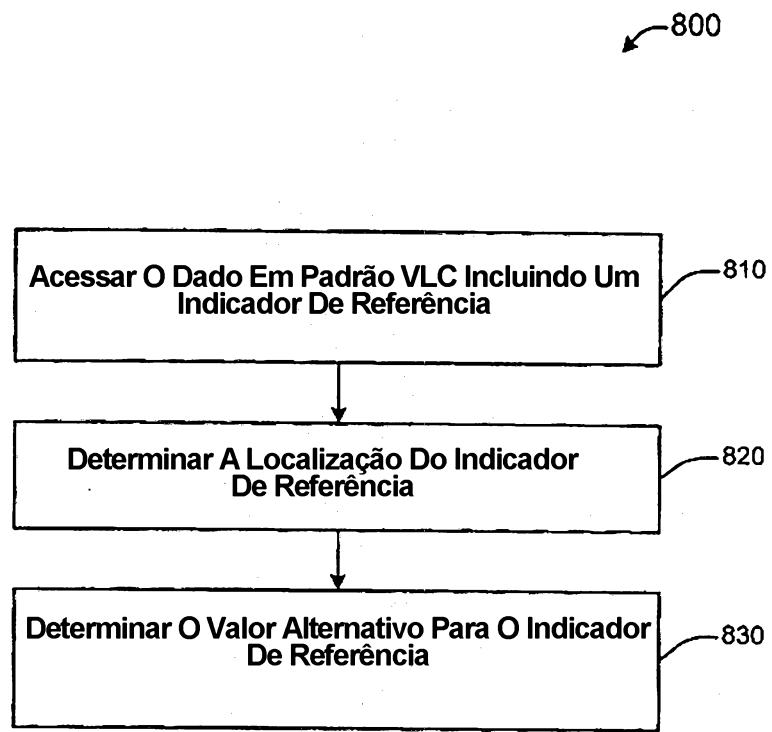


FIG. 8

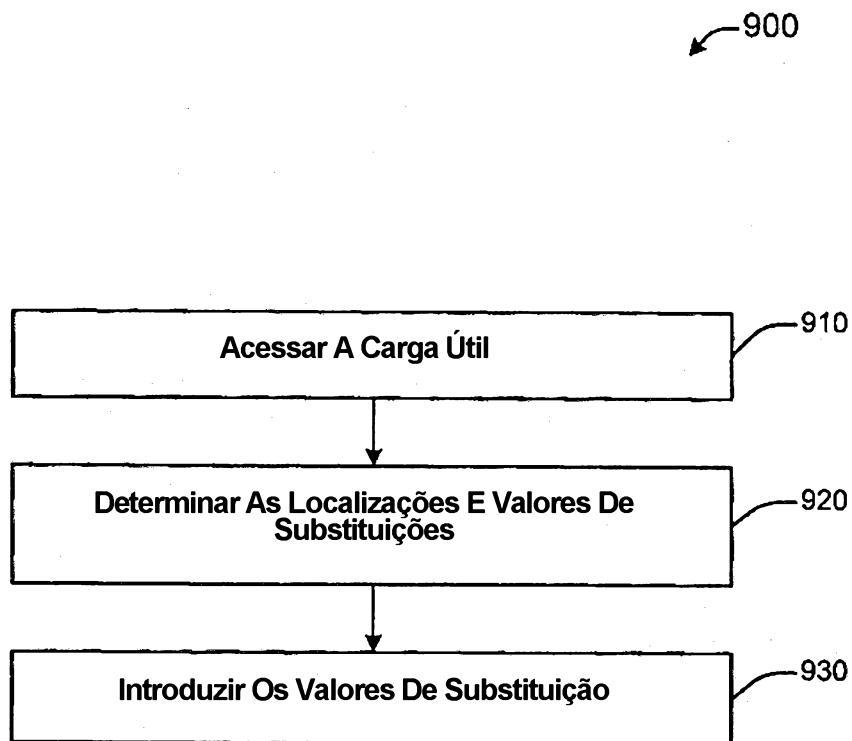


FIG. 9

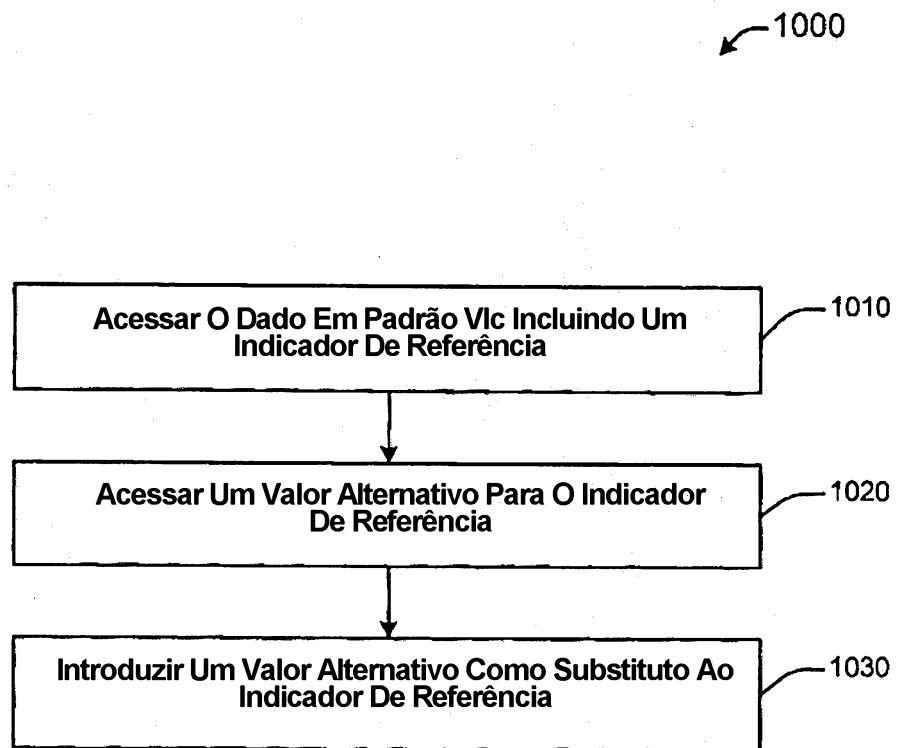


FIG. 10

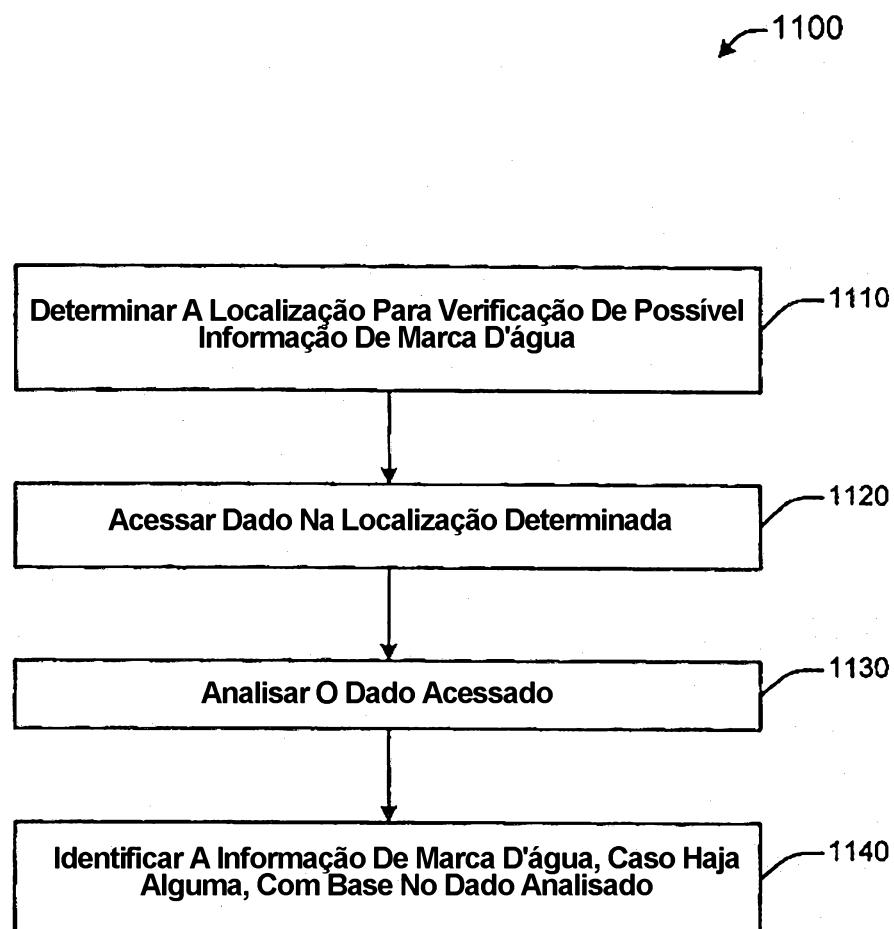


FIG. 11

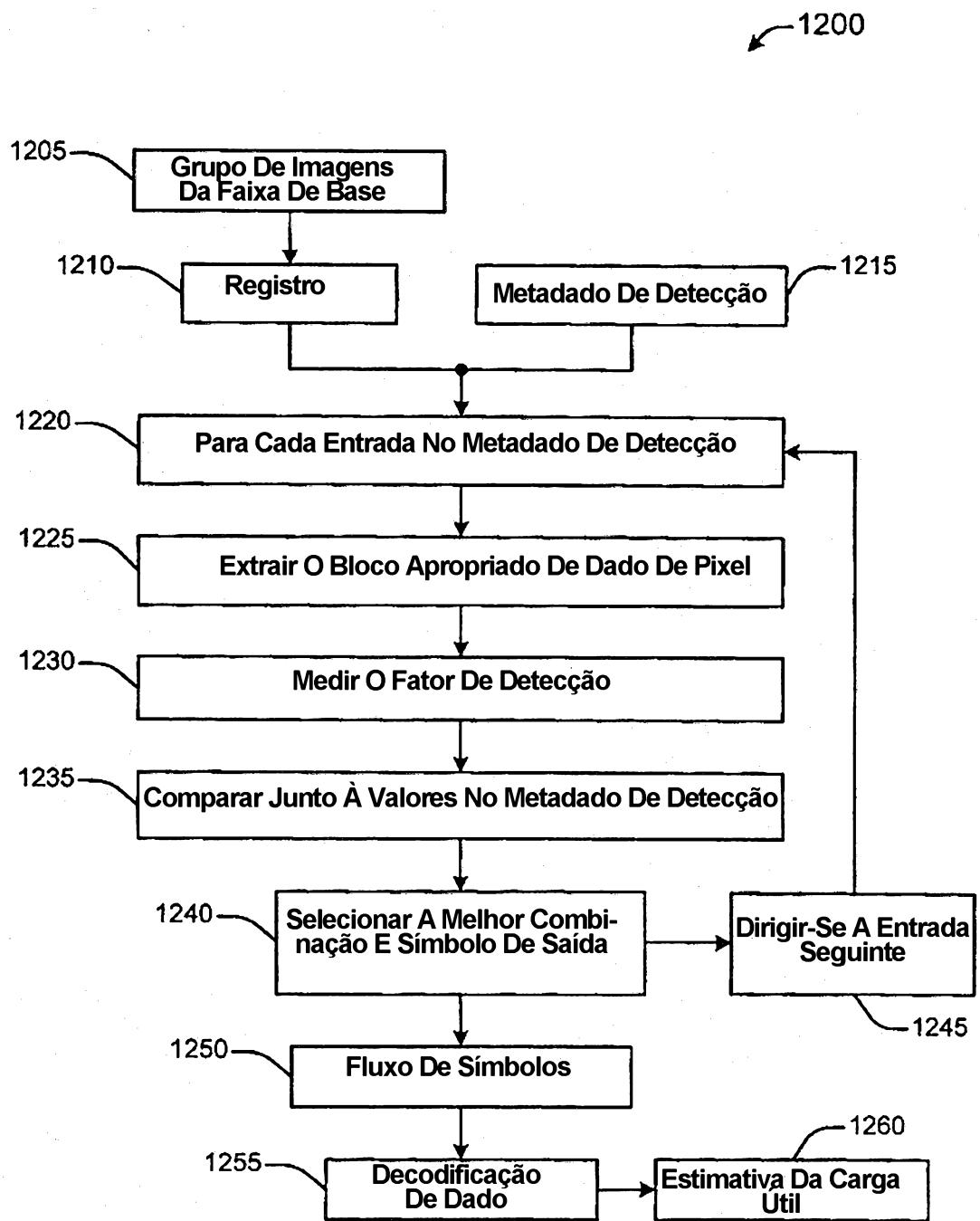


FIG. 12

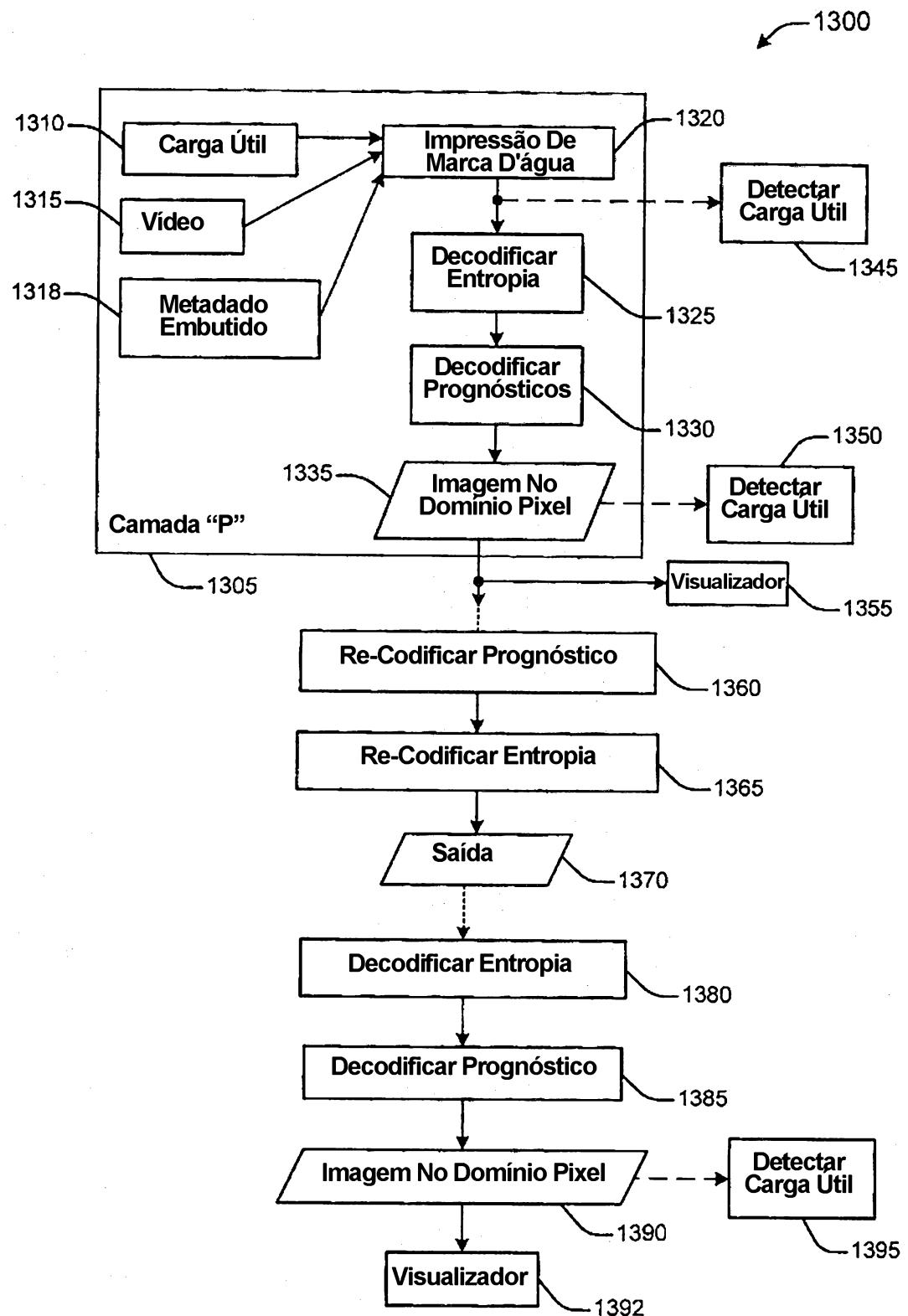


FIG. 13