

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2002.11.21	(73) Titular(es): GOOGLE TECHNOLOGY HOLDINGS LLC 1600 AMPHITHEATRE PARKWAY MOUNTAIN VIEW, CA 94043 US
(30) Prioridade(s): 2001.11.21 US 333004 P 2001.11.27 US 333921 P 2002.07.12 US 395734 P 2002.07.23 US 398161 P 2002.11.20 US 301290	(72) Inventor(es): LIMIN WANG US RAJEEV GANDHI US KRIT PANUSOPONE US AJAY LUTHRA US
(43) Data de publicação do pedido: 2004.08.25	
(45) Data e BPI da concessão: 2015.07.22 202/2015	(74) Mandatário: FERNANDO ANTÓNIO FERREIRA MAGNO RUA DAS FLORES, Nº 74, 4º 1200-195 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **CODIFICAÇÃO ADAPTATIVA DE QUADRO/CAMPO AO NÍVEL DOS MACROBLOCOS PARA O CONTEÚDO DE VÍDEO DIGITAL**

(57) Resumo:

UM MÉTODO E SISTEMA DE CODIFICAÇÃO E DESCODIFICAÇÃO DE CONTEÚDO DE VÍDEO DIGITAL. O CONTEÚDO DE VÍDEO DIGITAL COMPREENDE UMA CORRENTE DE IMAGENS, AS QUAIS PODEM SER CADA UMA IMAGENS INTRA, PREDITAS, OU DUPLAMENTE PREDITAS. CADA UMA DAS IMAGENS COMPREENDE MACROBLOCOS QUE PODEM SER AINDA DIVIDIDOS EM BLOCOS MAIS PEQUENOS. O MÉTODO ENVOLVE A CODIFICAÇÃO E DESCODIFICAÇÃO DE CADA UM DOS BLOCOS MAIS PEQUENOS EM CADA IMAGEM NA REFERIDA CORRENTE DE IMAGENS QUER EM MODO DE QUADRO QUER EM MODO DE CAMPO.

RESUMO

"Codificação adaptativa de quadro/campo ao nível dos macroblocos para o conteúdo de vídeo digital"

Um método e sistema de codificação e descodificação de conteúdo de vídeo digital. O conteúdo de vídeo digital compreende uma corrente de imagens, as quais podem ser cada uma imagens intra, preditas, ou duplamente preditas. Cada uma das imagens compreende macroblocos que podem ser ainda divididos em blocos mais pequenos. O método envolve a codificação e descodificação de cada um dos blocos mais pequenos em cada imagem na referida corrente de imagens quer em modo de quadro quer em modo de campo.

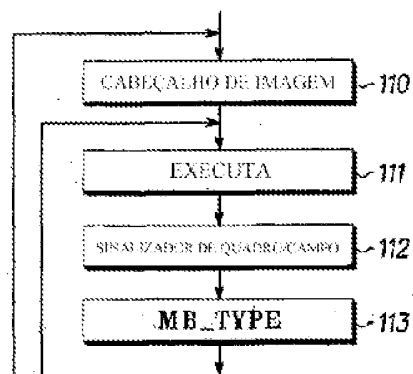


FIG. 11

DESCRIÇÃO

"Codificação adaptativa de quadro/campo ao nível dos macroblocos para o conteúdo de vídeo digital"

CAMPO TÉCNICO

O presente invento refere-se à codificação e descodificação do conteúdo de vídeo digital. Mais especificamente, o presente invento refere-se à codificação em modo de quadro e em modo de campo do conteúdo de vídeo digital a um nível dos macroblocos tal como utilizado no padrão de codificação de vídeo padrão MPEG-4 Part 10 AVC/H.264.

ANTECEDENTES

A compressão de vídeo é utilizada em muitos produtos correntes e emergentes. É no coração das caixas descodificadoras de televisão digital (STB), dos sistemas digital de satélite (DSS), dos descodificadores de televisão de alta definição (HDTV), dos leitores de discos digitais versáteis (DVD), da videoconferência, do vídeo na Internet e dos conteúdos multimédia e de outras aplicações de vídeo digital. Sem a compressão de vídeo, o conteúdo de vídeo digital pode ser extremamente grande, tornando difícil ou mesmo impossível que o conteúdo de vídeo digital seja armazenado, transmitido ou visionado eficientemente.

O conteúdo de vídeo digital compreende uma corrente das imagens que podem ser exibidas como uma imagem num recetor de televisão, num monitor de computador ou qualquer outro dispositivo eletrónico capaz de exibir o conteúdo de vídeo digital. Uma imagem que é exibida no tempo antes de uma imagem particular está no "sentido posterior" em relação à imagem particular. Da mesma forma, uma imagem que é exibida no tempo após uma determinada imagem está no "sentido anterior" em relação à imagem particular.

A compressão de vídeo é conseguida num processo de codificação ou de descodificação de vídeo, em que cada imagem é codificada como um quadro ou como dois campos. Cada quadro

compreende um número de linhas de informação espacial. Por exemplo, um quadro típico contém 480 linhas horizontais. Cada campo contém metade do número das linhas no quadro. Por exemplo, se o quadro compreender 480 linhas horizontais, cada campo compreende 240 linhas horizontais. Numa configuração típica, um dos campos compreende linhas com numeração ímpar no quadro e o outro campo compreende as linhas com numeração par no quadro. O campo que compreende linhas com numeração ímpar será referido a seguir e nas reivindicações anexas como o campo de "topo", a menos que indicado especificamente de outro modo. De modo semelhante, o campo que compreende as linhas com numeração par será referido a seguir e nas reivindicações anexas como o campo de "fundo", a menos que indicado especificamente de outro modo. Os dois campos podem ser entrelaçados em conjunto para formar um quadro de entrelaçado.

A ideia geral por detrás da codificação de vídeo é remover os dados do conteúdo de vídeo digital que "não são essenciais". A diminuição da quantidade de dados requer então menos largura de banda para a emissão ou transmissão. Após os dados de vídeo comprimidos terem sido transmitidos, os mesmos devem ser decodificados, ou descomprimidos. Neste processo, os dados de vídeo transmitidos são processados para gerarem dados de aproximação que são substituídos nos dados de vídeo para substituírem os dados "não essenciais" que foram removidos no processo de codificação.

A codificação de vídeo transforma o conteúdo de vídeo digital num formato comprimido que pode ser armazenado utilizando menos espaço e transmitido utilizando menos largura de banda do que o conteúdo de vídeo digital descomprimido. Isso é feito tirando partido de redundâncias temporais e espaciais nas imagens do conteúdo de vídeo. O conteúdo de vídeo digital pode ser armazenado num meio de armazenamento, tal como um disco rígido, um DVD, ou qualquer outra unidade de armazenamento não volátil.

Existem numerosos métodos de codificação de vídeo que comprimem o conteúdo de vídeo digital. Consequentemente, os padrões de codificação de vídeo têm sido desenvolvidos para padronizar os vários métodos de codificação de vídeo para que

o conteúdo de vídeo digital comprimido seja processado em formatos que podem ser reconhecidos pela maioria dos codificadores e decodificadores de vídeo. Por exemplo, o grupo de peritos em imagens com movimento ("Motion Picture Experts Group") (MPEG) e a União Internacional das Telecomunicações ("International Telecommunication Union") (UIT-T) desenvolveram padrões de codificação de vídeo que têm grande utilização. Os exemplos destes padrões incluem os padrões MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H261, e ITU-T H263.

A maioria dos padrões de codificação de vídeo modernas, tais como os desenvolvidos por MPEG e ITU-T, são baseados, em parte, numa predição temporal com o algoritmo de compensação de movimento (MC). A predição de temporal com compensação de movimento é utilizada para remover a redundância temporal entre imagens sucessivas numa transmissão de vídeo digital.

A predição temporal com algoritmo de compensação de movimento normalmente utiliza uma ou duas imagens de referência para codificar uma imagem particular. Uma imagem de referência é uma imagem que já foi codificada. Pela comparação da imagem particular vai ser codificada com uma das imagens de referência, o algoritmo de predição temporal com compensação de movimento pode tirar vantagem da redundância temporal que existe entre a imagem de referência e a imagem particular que vai ser codificada e codificar a imagem com uma maior quantidade de compressão do que se a imagem tivesse sido codificada sem utilizar a predição temporal com algoritmo compensação de movimento. Uma das imagens de referência pode estar no sentido posterior em relação à imagem particular que vai ser codificada. A outra imagem de referência está no sentido anterior em relação ao quadro particular que vai ser codificado.

No entanto, como a procura de resoluções mais altas, o conteúdo gráfico mais complexo e o tempo de transmissão mais rápido aumenta, o mesmo acontece com a necessidade de melhores métodos de compressão de vídeo. Para este fim, está atualmente a ser desenvolvido um novo padrão de codificação de vídeo em conjunto pela ISO e ITU-T. Este novo padrão de codificação de vídeo é denominado o padrão MPEG-4 Advanced Video Coding (AVC)/H. 264.

O documento intitulado "Adaptive Field/Frame block coding experiment proposal VCEG N-76" ITU-TELECOMMUNICATIONS STANDARDIZATION SECTOR ITU-T Q.S/SG16 VIDEO CODING EXPERT GROUP (VCEG), de 24 de setembro de 2001 divulga um projeto de proposta para codificação ou decodificação de conteúdo de vídeo digital.

A patente US n.º US 6,226,327 descreve um método e um aparelho de codificação de vídeo que seleciona entre os modos preditivos com base em quadros e com base em campos. O documento descreve a predição com base em quadros de cada macrobloco. Para a predição de movimento com base em campos dos macroblocos, um macrobloco e o macrobloco imediatamente abaixo são considerados como um grupo de macroblocos e a predição ocorre grupo de macroblocos por grupo de macroblocos.

SUMÁRIO DO INVENTO

É proporcionado um método de codificação e decodificação do conteúdo de vídeo digital, tal como definido na reivindicação 1 e um aparelho tal como definido na reivindicação 13. Numa das muitas concretizações possíveis, o presente invento proporciona um método de codificação, de decodificação e de geração da corrente de bits do conteúdo de vídeo digital. O conteúdo de vídeo digital compreende uma corrente de imagens, as quais podem ser cada imagens intra, preditas, ou duplamente preditas. Cada uma das imagens compreende macroblocos que podem ser ainda divididos em blocos mais pequenos. O método envolve a codificação e a decodificação cada um dos macroblocos em cada imagem na referida corrente de imagens quer em modo de quadro quer em modo de campo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os desenhos anexos ilustram várias concretizações do presente invento e são uma parte da especificação. Em conjunto com a descrição que se segue, os desenhos demonstram e explicam os princípios do presente invento. As concretizações ilustradas são exemplos do presente invento e não limitam o âmbito do invento.

A FIG. 1 ilustra uma sequência exemplificativa de três tipos das imagens que podem ser utilizadas para implementar o presente invento, como definido por um padrão de codificação de vídeo exemplificativo, tal como o padrão MPEG-4 Part 10 AVC/H.264.

A FIG. 2 mostra que cada imagem está, de preferência, dividida em fatias que contêm macroblocos de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 3a mostra que um macrobloco pode ser ainda dividido numa dimensão de bloco de 16 por 8 píxeis de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 3b mostra que um macrobloco pode ser ainda dividido numa dimensão de bloco de 8 píxeis por 16 de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 3c mostra que um macrobloco pode ser ainda dividido numa dimensão de bloco de 8 por 8 píxeis de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 3d mostra que um macrobloco pode ainda ser dividido numa dimensão de bloco de 8 por 4 píxeis de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 3e mostra que um macrobloco pode ser ainda dividido numa dimensão de bloco de 4 por 8 píxeis de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 3f mostra que um macrobloco pode ser ainda dividido numa dimensão de bloco de 4 por 4 píxeis de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 4 mostra um exemplo de construção de imagem, que utiliza a predição temporal com compensação de movimento, que ilustra uma concretização do presente invento.

A FIG. 5 mostra que um macrobloco é dividido num campo de topo e num campo de fundo, se estiver a ser codificado em modo de campo.

A FIG. 6a mostra que um macrobloco, que é codificado em modo de campo, pode ser dividido num bloco com uma dimensão de 16 por 8 píxeis de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 6b mostra que um macrobloco, que é codificado em modo de campo, pode ser dividido num bloco com uma dimensão de 8 por 8 píxeis de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 6c mostra que um macrobloco, que é codificado em modo de campo, pode ser dividido num bloco com uma dimensão de 4 por 8 píxeis de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 6d mostra que um macrobloco, que é codificado em modo de campo, pode ser dividido num bloco com uma dimensão de 4 por 4 píxeis de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 7 ilustra um par dos macroblocos exemplificativos que podem ser utilizados na codificação AFF num par dos macroblocos de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 8 mostra que um par dos macroblocos, que vai ser codificado em modo de campo, é primeiro dividido num bloco de 16 por 16 píxeis de campo de topo e num bloco de 16 por 16 píxeis de campo de fundo.

A FIG. 9 mostra dois possíveis percursos de exploração na codificação AFF dos pares dos macroblocos.

A FIG. 10 ilustra uma outra concretização do presente invento, que estende o conceito de codificação AFF num par dos macroblocos à codificação AFF num grupo de quatro ou mais macroblocos vizinhos.

A FIG. 11 mostra alguma da informação incluída na corrente de bits, a qual contém a informação pertinente para cada macrobloco no interior de uma corrente.

A FIG. 12 mostra um bloco que vai ser codificado e os seus blocos vizinhos e será utilizado para explicar vários métodos preferidos de cálculo de PMV de um bloco num macrobloco.

A FIG. 13 mostra uma definição alternativa dos blocos vizinhos se o percurso de exploração for um percurso de exploração vertical.

A FIG. 14 mostra que cada valor de píxel é predito a partir de valores de píxeis dos blocos vizinhos de acordo com uma concretização do presente invento.

A FIG. 15 mostra os diferentes sentidos de predição para codificação intra_4x4.

As FIGS. 16a-b ilustram que o modo predição intra escolhido (intra_pred_mode) de um bloco de 4 por 4 píxeis está altamente correlacionado com os modos de predição dos blocos adjacentes.

As FIGS. 17a-d mostram definições de blocos vizinhos em relação a um par de macroblocos corrente que vai ser codificado.

Através dos desenhos, os números de referência iguais indicam elementos semelhantes, mas não necessariamente iguais.

DESCRIÇÃO PORMENORIZADA DA CONCRETIZAÇÃO DO INVENTO

O presente invento proporciona um método de codificação adaptativa de quadro/campo (AFF) dos conteúdos de vídeo digital que compreende uma corrente de imagens ou de fatias de uma imagem a um nível de macrobloco. O presente invento estende o conceito de nível de imagem AFF aos macroblocos. Na codificação AFF a um nível de imagem, cada imagem numa corrente de imagens que vai ser codificada, é codificada em modo de quadro, ou em modo de campo, independentemente do modo de codificação de quadro, ou de campo, das outras imagens que vão ser codificadas. Se uma imagem estiver codificada em modo de quadro, os dois campos que compõem um

quadro entrelaçado são codificados em conjunto. Pelo contrário, se uma imagem estiver codificada em modo de campo, os dois campos que compõem um quadro entrelaçado são codificados separadamente. O codificador determina qual o tipo de codificação, codificação em modo de quadro ou codificação em modo de campo, é mais vantajoso para cada imagem e escolhe esse tipo de codificação para a imagem. O método exato de escolha entre o modo de quadro e modo de campo não é crítico para o presente invento e não será aqui pormenorizado.

Como notado acima, o padrão MPEG-4 Part 10 AVC/H.264 é um novo padrão para a codificação e a compressão do conteúdo de vídeo digital. Os documentos que estabelecem o padrão MPEG-4 Part 10 AVC/H.264 são aqui incorporados por referência, incluindo "Joint Final Committee Draft (JFCD) of Joint Video Specification" emitido pela Joint Video Team (JVT) em 10 de agosto de 2002. (ITU-T Rec. H.264 & ISO/IEC 14496-10 AVC). A JVT consiste em peritos da ISO ou MPEG e ITU-T. Devido à natureza pública do padrão MPEG-4 Part 10 AVC/H.264, a presente especificação não tentará documentar todos os aspetos existentes da codificação de vídeo de MPEG-4 Part 10 AVC/H.264, baseando-se em vez disso nas especificações incluídas do padrão.

Embora este método de codificação AFF seja compatível com as orientações do padrão MPEG-4 Part 10 AVC/H.264 e será explicado utilizando as mesmas, o mesmo pode ser modificado e utilizado como servir melhor um padrão ou aplicação particular.

As concretizações preferidas do presente invento serão agora explicadas utilizando os desenhos.

A FIG. 1 ilustra uma sequência exemplificativa de três tipos de imagens que podem ser utilizadas para implementar o presente invento, como definido por um padrão de codificação de vídeo exemplificativa, tal como o padrão MPEG-4 Part 10 AVC/H.264. Como mencionado anteriormente, o codificador codifica as imagens e o decodificador decodifica as imagens. O codificador, ou o decodificador, pode ser um processador, um circuito integrado de aplicação específica

(ASIC), um agrupamento de portas de campo programável (FPGA), um codificador/descodificador (CODEC), um processador de sinais digitais (DSP), ou qualquer outro dispositivo eletrónico que seja capaz de codificar a corrente de imagens. No entanto, como utilizado aqui a seguir e nas reivindicações anexas, a menos que seja indicado especificamente de outra forma, o termo "codificador" será utilizado para referir extensivamente todos os dispositivos eletrónicos que codificam o conteúdo de vídeo digital que compreende uma corrente de imagens. O termo "descodificador" será utilizado para referir extensivamente todos os dispositivos eletrónicos que descodificam o conteúdo de vídeo digital que uma corrente de imagens compreende.

Como mostrado na FIG. 1, existem, de preferência, três tipos de imagens que podem ser utilizadas no método de codificação de vídeo. Os três tipos de imagens são definidos de modo a suportarem o acesso aleatório ao conteúdo de vídeo digital armazenado enquanto é explorada a redução máxima da redundância, utilizando a predição temporal com compensação de movimento. Os três tipos de imagens são as imagens intra I (100), preditas P (102a, b), e duplamente preditas B (101a-d). Uma imagem I (100) fornece um ponto de acesso para acesso aleatório ao conteúdo de vídeo digital armazenado e pode ser codificada apenas com ligeira compressão. As imagens intra (100) são codificadas sem referência às imagens de referência.

Uma imagem predita (102a, b) é codificada utilizando uma imagem I, P ou B que já tenha sido codificada como uma imagem de referência. A imagem de referência pode estar no sentido temporal quer anterior quer posterior em relação à imagem P que vai ser codificada. As imagens preditas (102a, b), podem ser codificadas com mais compressão do que as imagens intra (100).

Uma imagem duplamente predita (101a-d) é codificada utilizando duas imagens de referência temporais: uma imagem de referência anterior e uma imagem de referência posterior. A imagem de referência anterior é algumas vezes denominada uma imagem de referência passada e a imagem de referência posterior é algumas vezes denominada uma imagem de referência

futura. Uma concretização do presente invento é que a imagem de referência anterior e imagem de referência posterior podem estar no mesmo sentido temporal em relação à imagem B que vai ser codificada. As imagens duplamente preditas (101a-d) podem ser codificadas com a maior compressão dos três tipos de imagens.

As relações de referência (103) entre os três tipos de imagens estão ilustradas na FIG. 1. Por exemplo, a imagem P (102a) pode ser codificada utilizando a imagem I codificada (100), como a sua imagem de referência. As imagens B (101a-d) podem ser codificadas utilizando a imagem I codificada (100) ou a imagem P codificada (102a) como as suas imagens de referência, como mostrado na FIG. 1. Sob os princípios de uma concretização do presente invento, as imagens B codificadas (101a-d) podem ser também utilizadas como referência para outras imagens B que vão ser codificadas. Por exemplo, a imagem B (101c) da FIG. 1 é mostrada com duas outras imagens B (101b e 101d) como as suas imagens de referência.

O número e a ordem particular das imagens I (100), B (101a-d), e P (102a, b), mostradas na FIG. 1, são dados como uma configuração exemplificativa de imagens, mas não são necessários para implementar o presente invento. Qualquer número de imagens I, B e P pode ser utilizado em qualquer ordem para servir melhor uma aplicação particular. O padrão MPEG-4 Part 10 AVC/H.264 não impõe qualquer limite para o número de imagens B entre duas imagens de referência nem limita o número de imagens entre duas imagens I.

FIG. 2 mostra que cada imagem (200) está, de preferência, dividida em fatias (202). Uma fatia (202) compreende um grupo de macroblocos (201). Um macrobloco (201) é um grupo retangular de píxeis. Como mostrado na FIG. 2, um macrobloco preferido (201) tem a dimensão de 16 por 16 píxeis.

As FIGS. 3a-f mostram que um macrobloco pode ser dividido em blocos com dimensões mais pequenas. Por exemplo, como mostrado nas FIGS. 3a-f, um macrobloco pode ser ainda dividido em blocos com a dimensão de 16 píxeis por 8 (Fig. 3a; 300), 8 por 16 píxeis (FIG. 3b; 301), 8 por 8 píxeis

(FIG. 3C; 302), 8 por 4 píxeis (FIG. 3d; 303), 4 por 8 píxeis (FIG. 3e; 304), ou 4 por 4 píxeis (FIG. 3F; 305). Estas dimensões de blocos mais pequenas são preferidas em algumas aplicações que utilizam a predição temporal com o algoritmo de compensação de movimento.

A FIG. 4 mostra um exemplo de construção de imagem que utiliza a predição temporal com compensação de movimento, que ilustra uma concretização do presente invento. A predição temporal com compensação de movimento assume que uma imagem corrente, a imagem N (400), pode ser modelada localmente como translação de uma outra imagem, a imagem N-1 (401). A imagem de N-1 (401) é a imagem de referência para a codificação da imagem N (400) e pode estar no sentido temporal anterior ou posterior em relação à imagem N (400).

Como mostrado na FIG. 4, cada imagem é, de preferência, dividida em fatias que contêm os macroblocos (201a, b). A imagem N-1 (401) contém uma imagem (403) que é para ser mostrada na imagem N (400). A imagem (403) estará numa posição temporal diferente na imagem N (402) do que está na imagem N-1 (401), como mostrado na FIG. 4. O conteúdo de imagem de cada macrobloco (201b) da imagem N (400) é predito a partir do conteúdo de imagem de cada macrobloco correspondente (201a) de imagem N-1 (401) por estima da quantidade requerida do movimento temporal do conteúdo de imagem de cada macrobloco (201a) da imagem de N-1 (401) para a imagem (403) se mover para a sua nova posição temporal (402) na imagem de N (400). Em vez da imagem original (402) a ser codificada, a diferença (404) entre a imagem (402) e a sua predição (403) é, realmente, codificada e transmitida.

Para cada imagem (402) na imagem N (400), a predição temporal, pode frequentemente ser descrita por vetores de movimento, que representam a quantidade de movimento temporal necessária para a imagem (403) se mover para uma nova posição temporal na imagem N (402). Os vetores de movimento (406) utilizados para a predição temporal com necessidade de compensação de movimento necessitam de ser codificados e transmitidos.

A FIG. 4 mostra que a imagem (402) na imagem N (400) pode ser representada pela diferença (404) entre a imagem e a sua predição e os vetores de movimento associados (406). O método exato de codificação que utiliza os vetores de movimento pode variar, como melhor servir uma determinada aplicação, e pode ser facilmente implementado por um perito na técnica.

Para entender codificação AFF ao nível do macrobloco, será agora proporcionado um breve panorama da codificação AFF ao nível da imagem de uma corrente de imagens. Um quadro de uma sequência entrelaçada contém dois campos, o campo de topo e campo de fundo, que são intercalados e separados no tempo por um período de campo. O período de campo é metade do tempo de um período de quadro. Na codificação AFF ao nível da imagem, os dois campos de um quadro entrelaçado podem ser codificados em conjunto ou separadamente. Se os mesmos forem codificados em conjunto, é utilizada a codificação em modo de quadro. Pelo contrário, se os dois campos forem codificados separadamente, é utilizada a codificação em modo de campo.

A codificação de quadro/campo fixa, por outro lado, codifica todas as imagens numa corrente de imagens apenas de um modo. Esse modo pode ser o modo de quadro, ou pode ser o modo de campo. O nível AFF da imagem é, de preferência, para a codificação de quadro/campo fixa em muitas aplicações, pois permite ao codificador escolher qual o modo, modo de quadro ou modo de campo, para codificar cada imagem na corrente das imagens com base no conteúdo do material de vídeo digital. A codificação AFF resulta em melhor compressão em muitas aplicações do que a codificação de quadro/campo fixa.

Uma concretização do presente invento é a codificação AFF que pode ser efetuada em porções mais pequenas de uma imagem. Esta pequena porção pode ser um macrobloco, um par dos macroblocos, ou um grupo dos macroblocos. Cada macrobloco, par dos macroblocos, ou grupo dos macroblocos ou fatia é codificada em modo de quadro, ou em modo de campo, independentemente do modo como estão codificados os outros macroblocos na imagem. A codificação AFF em cada um dos três casos será descrita em pormenor a seguir.

No primeiro caso, a codificação AFF é efetuada num único macrobloco. Se o macrobloco estiver a ser codificado em modo de quadro, os dois campos do macrobloco são codificados em conjunto. Uma vez codificado como um quadro, o macrobloco pode ser ainda dividido nos blocos mais pequenos das FIGS. 3a-f, para utilização na predição temporal com algoritmo de compensação de movimento.

No entanto, se o macrobloco for para ser codificado em modo de campo, o macrobloco (500) é dividido num campo de topo (501) e um campo de fundo (502), como mostrado na FIG. 5. Os dois campos são então codificados separadamente. Na FIG. 5, o macrobloco tem M linhas de píxeis e N colunas de píxeis. Um valor preferido de N e M é 16, fazendo o macrobloco (500) um macrobloco de 16 por 16 píxeis. Como mostrado na FIG. 5, todas as outras linhas de píxeis estão sombreadas. As zonas sombreadas representam as linhas de píxeis no campo de topo do macrobloco (500) e as zonas não sombreadas representam as linhas de píxeis no campo de fundo do macrobloco (500).

Como mostrado nas FIGS. 6a-d, um macrobloco que é codificado em modo de campo pode ser dividido em quatro blocos adicionais. É requerido um bloco ter uma única paridade. O único requisito de paridade é que um bloco não pode compreender os campos tanto de topo e de fundo. Em vez disso, o mesmo deve conter uma única paridade de campo. Assim, como mostrado nas FIGS. 6a-d, um macrobloco em modo de campo pode ser dividido em blocos de 8 por 16 píxeis (FIG. 6a; 600), 8 por 8 píxeis (FIG. 6b; 601), 4 por 8 píxeis (Fig. 6c; 602), e 4 por 4 píxeis (FIG. 6d; 603). As FIGS. 6a-d mostram que cada bloco contém campos com uma única paridade.

Será agora explicada a codificação AFF nos pares dos macroblocos. A codificação AFF nos pares dos macroblocos será ocasionalmente referida como a codificação AFF com base em pares. Uma comparação das dimensões de blocos nas FIGS. 6a-d e nas FIGS. 3a-f mostram que um macrobloco codificado em modo de campo pode ser dividido em menos padrões de bloco do que pode um macrobloco codificado em modo de quadro. As dimensões de bloco de 16 por 16 píxeis, 8 por 16 píxeis, e 8 por 4 píxeis não estão disponíveis para um macrobloco codificado em

modo de campo por causa do único requisito de paridade. Isto implica que o desempenho de um único macrobloco com base em AFF possa não ser bom para algumas sequências ou aplicações que favorecem fortemente a codificação em modo de campo. A fim de garantir o desempenho da codificação em modo de campo do macrobloco, é preferido em algumas aplicações para macroblocos que são codificadas em modo de campo ter as mesmas dimensões de bloco que os macroblocos que são codificados em modo de quadro. Isto pode ser conseguido efetuando a codificação AFF nos pares de macroblocos, em vez de em macroblocos individuais.

A FIG. 7 ilustra um par exemplificativo dos macroblocos (700) que podem ser utilizados na codificação AFF num par dos macroblocos de acordo com uma concretização do presente invento. Se o par dos macroblocos (700) vai ser codificado em modo de quadro, o par é codificado como dois macroblocos com base em quadro. Em cada macrobloco, os dois campos em cada um dos macroblocos, são codificados em conjunto. Logo que codificados como quadros, os macroblocos pode ser ainda divididos nos blocos mais pequenos das FIGS. 3a-f, para utilização na predição temporal com algoritmo de compensação de movimento.

No entanto, se o par dos macroblocos (700) for para ser codificado em modo de campo, o mesmo é primeiro dividido num bloco de campo de topo de 16 por 16 píxeis (800) e num bloco de campo de fundo de 16 por 16 píxeis (801), como está mostrado na FIG. 8. Os dois campos são então codificados separadamente. Na FIG. 8, cada macrobloco, no par dos macroblocos (700), tem $N = 16$ colunas dos píxeis e $M = 16$ filas dos píxeis. Assim, as dimensões do par dos macroblocos (700) é de 16 por 32 píxeis. Como mostrado na FIG. 8, todas as outras linhas dos píxeis estão sombreadas. As zonas sombreadas representam as linhas de píxeis no campo de topo dos macroblocos e as zonas não sombreadas representam as linhas de píxeis no campo de fundo dos macroblocos. O bloco de campo de topo (800) e o bloco de campo de fundo (801) podem ser agora divididos numa das dimensões de bloco possíveis das FIGS. 3a-f.

De acordo com uma concretização do presente invento, na codificação AFF dos pares dos macroblocos (700), existem dois percursos de exploração possíveis. Um percurso de exploração determina a ordem pela qual os pares dos macroblocos de uma imagem são codificados. A FIG. 9 mostra os dois percursos exploração possíveis na codificação AFF dos pares dos macroblocos (700). Um dos percursos de exploração é um percurso de exploração horizontal (900). No percurso de exploração horizontal (900), os pares dos macroblocos (700) de uma imagem (200) são codificados da esquerda para a direita e do topo para o fundo, como mostrado na FIG. 9. O outro percurso de exploração é um percurso de exploração vertical (901). No percurso de exploração vertical (901), os pares dos macroblocos (700) de uma imagem (200) são codificados do topo para o fundo e da esquerda para a direita, como mostrado na FIG. 9. Para a codificação em modo de quadro, é primeiro codificado o macrobloco de topo de um par dos macroblocos (700), seguido pelo macrobloco de fundo. Para a codificação em modo de campo, é primeiro codificado o macrobloco de campo de topo de um par dos macroblocos seguido pelo macrobloco de campo de fundo.

Uma outra concretização do presente invento estende o conceito da codificação AFF num par dos macroblocos à codificação AFF num grupo de quatro ou mais macroblocos vizinhos (902), como mostrado na FIG. 10. A codificação AFF num grupo de macroblocos será ocasionalmente referida como a codificação AFF com base em grupo. Os mesmos percursos de exploração, horizontal (900) e vertical (901), quando são utilizados na exploração dos pares dos macroblocos são utilizados na exploração dos grupos de macroblocos vizinhos (902). Embora o exemplo mostrado na FIG. 10 mostre um grupo de quatro macroblocos, o grupo pode ter mais do que quatro macroblocos.

Se o grupo de macroblocos (902) estiver a ser codificado em modo de quadro, o grupo codificado como quatro macroblocos com base em quadro. Em cada macrobloco, os dois campos em cada um dos macroblocos são codificados em conjunto. Logo que codificados como quadros, os macroblocos podem ser ainda divididos nos blocos mais pequenos das FIGS. 3a-f, para

utilização na predição temporal com algoritmo de compensação de movimento.

No entanto, se, por exemplo, um grupo dos quatro macroblocos (902) estiver a ser codificado em modo de campo, o mesmo é primeiro dividido num bloco de campo de topo de 32 por 16 píxeis e num bloco de campo de fundo 32 por 16 píxeis. Os dois campos são então codificados separadamente. O bloco campo de topo e o bloco campo de fundo podem ser agora divididos em macroblocos. Cada macrobloco é dividido ainda numa das dimensões de bloco possíveis das FIGS. 3a-f. Devido a este processo ser semelhante ao da FIG. 8, não é proporcionada uma figura separada para ilustrar esta concretização.

Na codificação AFF ao nível do macrobloco, um bit sinalizador de quadro/campo está, de preferência, incluído na corrente de bits de uma imagem para indicar qual o modo, modo de quadro ou de campo de modo, que é utilizado na codificação de cada macrobloco. A corrente de bits inclui a informação pertinente para cada macrobloco dentro de uma corrente, como mostrado na FIG. 11. Por exemplo, a corrente de bits pode incluir um cabeçalho de imagem (110), a informação de execução (111) e a informação do tipo de macrobloco (113). O sinalizador de quadro/campo (112) está, de preferência, incluído antes de cada macrobloco na corrente de bits se AFF for efetuada em cada macrobloco individual. Se a AFF for efetuada nos pares dos macroblocos, o sinalizador de quadro/campo (112) está, de preferência, incluído antes de cada par de macroblocos na corrente de bits. Finalmente, se a AFF for efetuada num grupo dos macroblocos, o sinalizador de quadro/campo (112) está, de preferência, incluído antes de cada grupo dos macroblocos na corrente de bits. Uma concretização é que o sinalizador quadro/campo (112) bit é um 0 se o modo de quadro for para ser utilizado e 1 se a codificação de campo for para ser utilizada. Uma outra concretização é que o bit de sinalizador de quadro/campo (112) é 1 se o modo de quadro for para ser utilizado e um 0 se a codificação campo for para ser utilizada.

Uma outra concretização do presente invento envolve um método de determinação da dimensão dos blocos, dentro dos

quais o codificador divide um macrobloco na AFF a nível de macrobloco. Um método preferido mas não exclusivo, para determinação da dimensão de bloco ideal é a diferença absoluta da soma (SAD) com ou sem base de polaridade ou distorção de velocidade (RD). Por exemplo, a SAD verifica o desempenho das dimensões de blocos possíveis e escolhe a dimensão do bloco ideal com base nos seus resultados. O método exato de utilizar a SAD com ou sem base de polaridade ou RD pode ser facilmente efetuado por alguém perito na técnica.

De acordo com uma concretização do presente invento, cada macrobloco com base em quadro e em campo em AFF a nível de macrobloco pode ser intra codificado ou inter codificado. Na intra codificação, o macrobloco é codificado sem referência temporal a outros macroblocos. Por outro lado, na inter codificação é utilizada a predição temporal com compensação de movimento para codificar os macroblocos.

Se for utilizada a inter codificação, um bloco com uma dimensão de 16 por 16 píxeis, 16 por 8 píxeis, 8 por 16 píxeis, ou 8 por 8 píxeis pode ter as suas próprias imagens de referência. O bloco pode ser um macrobloco com base quer em quadro quer em campo. O padrão MPEG-4 Part 10 AVC/H.264 permite imagens de referência múltiplas em vez de apenas duas imagens de referência. A utilização de imagens de referência múltiplas melhora o desempenho da predição temporal com o algoritmo de compensação de movimento, permitindo ao codificador encontrar um bloco na imagem de referência que fica mais próximo de coincidir com o bloco que vai ser codificado. Pela utilização do bloco na imagem de referência no processo de codificação que fica mais próximo de coincidir com o bloco que vai ser codificado, maior será a quantidade de compressão possível na codificação da imagem. As imagens de referência são armazenadas em memórias intermédias de quadro e de campo, e são atribuídos números de referência de quadro e números de referência de campo com base na distância temporal a que as mesmas estão afastadas da imagem corrente que vai ser codificada. Quanto mais perto estiver a imagem de referência da imagem corrente, que está a ser armazenada, mais provável será a imagem de referência a ser selecionada. Para a codificação em modo de campo, as imagens de referência

para um bloco podem ser qualquer campo de topo ou de fundo de qualquer das imagens de referência nas memórias intermédias de referência de quadro ou de campo.

Cada bloco num macrobloco com base em quadro ou em campo pode ter os seus próprios vetores de movimento. Os vetores de movimento são codificados de modo espacial e preditivo. De acordo com uma concretização do presente invento, na inter codificação, os vetores de movimento de predição (PMV), são também calculados para cada bloco. A diferença algébrica entre os PMV de um bloco e seus vetores de movimento associados é então calculada e codificada. Isto gera bits comprimidos para os vetores de movimento.

A FIG. 12 será utilizada para explicar vários métodos preferidos de cálculo de PMV de um bloco num macrobloco. Um bloco corrente, E, na FIG. 12 vai ser inter codificado, bem como os seus blocos A, B, C e D. E vai ser referido a seguir a um bloco corrente e A, B, C e D referem-se a seguir aos blocos vizinhos de E, a menos que seja indicado de outra maneira. O PMV do bloco E é derivado dos seus vetores de movimento dos blocos vizinhos. Estes blocos vizinhos, no exemplo da FIG. 12 são A, B, C e D. Um método preferido de cálculo do PMV para o bloco E é calcular quer a média dos vetores de movimento dos blocos A, B, C e D, a média destes vetores de movimento, quer a média ponderada destes vetores de movimento. Cada um dos blocos A a E pode estar quer em modo de quadro quer em modo de campo.

Um outro método preferido de cálculo de PMV para o bloco E é a utilização de um método de sim/não. De acordo com os princípios do método de sim/não, um bloco tem de estar no mesmo modo de codificação de quadro ou de campo que o bloco E, a fim de ter o seu vetor de movimento incluído no cálculo de PMV para E. Por exemplo, se bloco E na FIG. 12, estiver em modo de quadro, o bloco A, deve também estar em modo de quadro para ter o seu vetor de movimento incluído no cálculo de PMV para o bloco E. Se um dos blocos vizinhos de E não tiver o mesmo modo de codificação que o bloco E, os seus vetores de movimento não são utilizados no cálculo de PMV do bloco E.

Pode ser também utilizado o "método sempre" para calcular o PMV para o bloco E. No método sempre, os blocos A, B, C e D são sempre utilizados no cálculo de PMV para o bloco E, independentemente do seu modo de codificação de quadro ou de campo. Se E estiver em modo de quadro e um bloco vizinho estiver em modo de campo, o componente vertical do bloco vizinho é multiplicado por 2, antes de ser incluído no cálculo de PMV para o bloco E. Se E estiver em modo de campo e um bloco vizinho estiver em modo de quadro, o componente vertical do bloco vizinho é dividido por 2 antes de ser incluído no cálculo de PMV para o bloco E.

Pode ser também utilizado o "método seletivo" para calcular o PMV para o bloco E, se o macrobloco tiver sido codificado utilizando a codificação AFF com base no par ou a codificação AFF com base no grupo. No método seletivo, um bloco com base em quadro tem um vetor de movimento com base em quadro que aponta para um quadro de referência. Ao bloco é também atribuído um vetor de movimento com base em campo que aponta para um campo de referência. O vetor de movimento com base em campo é o vetor de movimento com base em quadro do bloco com o componente de vetor de movimento vertical, dividido por dois. O número do campo de referência é o número do quadro de referência multiplicado por dois. Um bloco com base em campo tem um vetor de movimento com base em campo que aponta para um campo de referência. Ao bloco está também atribuído um vetor de movimento com base em quadro que aponta para um quadro de referência. O vetor de movimento com base em quadro é o vetor de movimento com base em campo do bloco com o componente de vetor de movimento vertical, multiplicado por dois. O número do quadro de referência é o número do campo de referência dividido por dois.

A derivação do PMV de um bloco que utiliza o método seletivo será agora explicada, utilizando a Fig. 12 como uma referência. No par de macroblocos com base em AFF, cada bloco num macrobloco está associado a um bloco acompanhante que está alojado na mesma localização geométrica dentro do segundo macrobloco do par de macroblocos. Na FIG. 12, cada um dos blocos vizinhos (A, B, C e D) do bloco E pode ou não estar no mesmo modo de codificação de quadro ou de campo do que o bloco E. Portanto, aplicam-se as seguintes regras.

Se E estiver em modo de quadro e um bloco vizinho estiver em modo de quadro, o verdadeiro vetor de movimento com base em quadro do bloco vizinho é utilizado para o PMV do E.

Se o E estiver em modo de quadro e um bloco vizinho estiver em modo de campo, aplicam-se as seguintes regras para o cálculo de PMV do E. Se o bloco vizinho (por exemplo, o bloco A) e o seu bloco com base em campo acompanhante tiver o mesmo campo de referência, a média dos vetores de movimento com base em campo atribuídos dos dois blocos é utilizada para o cálculo de PMV do E. O número de referência de quadro utilizado para o cálculo de PMV é o número de referência de campo do bloco vizinho dividido por dois. No entanto, se o bloco vizinho e seu bloco de campo acompanhante tiverem campos de referência diferentes, então o bloco vizinho não pode ser utilizado no cálculo de PMV do E.

Se o E estiver em modo de campo e um bloco vizinho em modo de quadro aplicam-se as seguintes regras no cálculo de PMV do E. Se o bloco vizinho (por exemplo, o bloco A) e o seu bloco com base em quadro acompanhante tiver o mesmo quadro de referência, a média dos vetores de movimento com base em campo atribuídos dos dois blocos é utilizada para o cálculo de PMV do E. O número de referência de campo utilizado para o cálculo de PMV é o número do quadro de referência do bloco vizinho multiplicado por dois. No entanto, se o bloco vizinho e seu campo de bloco acompanhante tiverem quadros de referência diferentes, então o bloco vizinho não pode ser utilizado no cálculo de PMV do E.

Se E estiver em modo de campo e um bloco vizinho estiver em modo de campo, o verdadeiro vetor de movimento com base em campo do bloco vizinho é utilizado no cálculo de PMV do E.

Pode ser utilizada uma opção preferida alternativa no método seletivo para calcular um PMV do bloco. Na FIG. 12, cada um dos blocos vizinhos (A, B, C e D) do bloco E pode ou não estar no mesmo modo de quadro ou de campo de codificação que o bloco E. Portanto, aplicam-se as seguintes regras para esta opção preferida alternativa do método seletivo.

Se E estiver em modo de quadro e um bloco vizinho estiver em modo de quadro, o verdadeiro vetor de movimento com base em quadro do bloco vizinho é utilizado para o cálculo de PMV do E.

Se o E estiver em modo de quadro e um bloco vizinho estiver em modo de campo, a média ponderada dos vetores de movimento com base em campo atribuídos do bloco vizinho e o seu bloco com base em campo acompanhante é utilizada para o cálculo de PMV do E. Os fatores de ponderação são baseados nos números de referência de campo do bloco vizinho e do seu bloco acompanhante.

Se o E estiver em modo de campo, e um bloco vizinho estiver em modo de quadro, a média ponderada dos vetores de movimento atribuídos com base em campo do bloco vizinho e o seu bloco com base em quadro acompanhante é utilizado para o cálculo de PMV do E. Os fatores de ponderação são baseados nos números de referência de quadro do bloco vizinho e do seu bloco acompanhante.

Se E estiver em modo de campo e um bloco vizinho estiver em modo de campo, o verdadeiro vetor de movimento com base em campo do bloco vizinho é utilizado no cálculo de PMV do E.

Um outro método preferido de cálculo de PMV de um bloco é o "método seletivo alternativo" ("alt selective method"). Este método pode ser utilizado em codificação AFF única do macrobloco, no par com base na codificação AFF do macrobloco, ou na codificação AFF com base em grupo. Neste método, é atribuído a cada bloco um número de índice horizontal e um número de índice vertical, os quais representam as coordenadas horizontal e vertical do bloco. É também atribuído a cada bloco uma coordenada de campo horizontal e vertical. A coordenada de campo horizontal de um bloco é a mesma que sua coordenada horizontal. Para um bloco num macrobloco de campo de topo, a coordenada de campo vertical é metade da coordenada vertical do bloco e é atribuída a polaridade campo de topo. Para um bloco no macrobloco de campo de fundo, a coordenada de campo vertical do bloco é obtida subtraindo 4 à coordenada vertical do bloco e dividindo o resultado por 2. Ao bloco também é atribuída a

polaridade campo de fundo. O resultado da atribuição de diferentes polaridades de campo aos dois blocos é que existem agora dois blocos com as mesmas coordenadas de campo horizontal e vertical, mas com diferentes polaridades de campo. Assim, dadas as coordenadas de um bloco, podem ser calculadas as coordenadas de campo e a sua polaridade de campo e vice-versa.

O método seletivo alternativo será agora explicado em pormenor utilizando FIG. 12 como uma referência. Deve ser calculado o PMV do bloco E. Deixar BX representar a dimensão horizontal do bloco E dividida por 4, que é da dimensão de um bloco no presente exemplo. Os PMV para E são obtidos como se segue, dependendo se E estiver em modo de quadro/campo.

Deixar o bloco E estar em modo de quadro e deixar (x, y) representarem as coordenadas horizontal e vertical, respetivamente, do E. Os blocos vizinhos do E são definidos da seguinte maneira. A é o bloco cujas coordenadas são (x-1, y). B é o bloco cujas coordenadas são (x, y-1). D é o bloco cujas coordenadas são (x-1, y-1). C é o bloco cujas coordenadas são (x + bx + 1, y-1). Se A, B, C ou D estiverem em modo de campo então o seu vetor de movimento vertical é dividido por 2 antes de ser utilizado para a predição e o seu número de referência de quadro é calculado dividindo o seu campo de referência por 2.

Agora, deixar o bloco E estar em modo de campo de topo ou de fundo e deixe-se (xf, YF) representar as coordenadas do campo horizontal e do campo vertical, respetivamente, de E. Neste caso, os vizinhos do E são definidos como se segue. A é o bloco cujas coordenadas de campo são (xf-1, yf) e tem a mesma polaridade que E. B é o bloco cujas coordenadas de campo são (xf, yf-1) e tem a mesma polaridade que E. D é o bloco cujas coordenadas de campo são (xf-1, yf-1) e tem a mesma polaridade que E. C é o bloco, cujas coordenadas de campo são (xf+bx+1, yf) e tem a mesma polaridade que E. Se A, B, C ou D estiverem em modo de quadro então o seu vetor de movimento vertical, é multiplicado por 2 antes de ser utilizado na predição e a sua referência de campo é calculada multiplicando o seu quadro de referência por 2.

Em todos os métodos acima para a determinação do PMV de um bloco, foi assumido um percurso de exploração horizontal. No entanto, o percurso de exploração pode ser também um percurso de exploração vertical. Neste caso, os blocos vizinhos do bloco corrente, E, são definidos como mostrado na FIG. 13. Um percurso de exploração vertical é preferido em algumas aplicações devido à informação sobre todos os blocos vizinhos está disponível para o cálculo do PMV para o bloco corrente E.

Uma outra concretização do presente invento é a predição de segmentação direcional. Na predição de segmentação direcional, os blocos de 16 por 8 píxeis e os blocos de 8 por 16 píxeis têm regras que se aplicam apenas aos seus cálculos de PMV. Estas regras aplicam-se a todos os métodos de cálculo de PMV para estas dimensões de bloco. As regras serão agora explicadas em pormenor em ligação com a FIG. 12. Em cada uma destas regras, um bloco corrente E deve ter o seu PMV calculado.

Em primeiro lugar, um bloco de 16 por 8 píxeis consiste num bloco superior e um bloco inferior. O bloco superior contém 8 linhas de píxeis de topo. O bloco inferior contém 8 linhas de píxeis de fundo. Na descrição que se segue, os blocos A-E da Fig. 12 são blocos de 16 por 8 de píxeis. Para o bloco superior num bloco de 16 por 8 píxel, é utilizado o bloco B para fazer a predição do PMV do bloco E, se o mesmo tiver a mesma imagem de referência que o bloco E. Caso contrário, é utilizada a predição média para fazer a predição o PMV do bloco E. Para o bloco inferior num bloco de 16 por 8 píxeis, é utilizado o bloco A para fazer a predição do PMV do bloco E, se o mesmo tiver a mesma imagem de referência que o bloco E. Caso contrário, é utilizada a predição média para fazer a predição do PMV do bloco E.

Um bloco de 8 por 16 píxeis é dividido num bloco direito e num bloco esquerdo. Os blocos tanto direito como esquerdo são blocos de 8 por 16 píxeis. Na descrição que se segue, os blocos A-E da Fig. 12 são blocos de 8 por 16 píxeis. Para o bloco esquerdo, é utilizado o bloco A para fazer a predição do PMV do bloco E, se o mesmo tiver a mesma imagem de referência que o bloco E. Caso contrário, a predição média é

utilizada para fazer a predição do PMV do bloco E. Para o bloco direito, é utilizado o bloco C para fazer a predição do PMV do bloco E, se o mesmo tiver a mesma imagem de referência que o bloco E. Caso contrário é utilizada predição média para fazer a predição do PMV do bloco E.

Para os blocos tanto de 16 por 8 píxeis como de 8 por 16 píxeis, A, B, ou C podem estar em modos de codificação (quadro ou campo) diferentes do bloco corrente E. As seguintes regras aplicam-se para ambas as dimensões de bloco. Se E estiver em modo de quadro, e A, B ou C estiver em modo de campo, o número do quadro de referência de A, B, ou C é calculado dividindo o seu campo de referência por 2. Se E estiver em modo de campo, e A, B, ou C estiverem em modo de quadro, o número do campo de referência de A, B, ou C é calculado multiplicando o seu quadro de referência por 2.

De acordo com uma outra concretização do presente invento, um macrobloco de uma imagem P pode ser omitido na codificação AFF. Se um macrobloco for omitido, os seus dados não são transmitidos na codificação da imagem. Um macrobloco omitido na imagem P é reconstruído pela cópia do macrobloco com localização semelhante na imagem de referência codificada mais recentemente. O macrobloco com localização semelhante é definido como o com compensação de movimento que utiliza o PMV, tal como definido acima ou sem os vetores de movimento. As seguintes regras aplicam aos macroblocos omitidos numa imagem P. Se a codificação AFF for efetuada por macrobloco, um macrobloco omitido está em modo de quadro. Se a codificação AFF for efetuada em pares de macroblocos e se ambos os macroblocos são omitidos, então os mesmos estão em modo de quadro. No entanto, se apenas um dos macroblocos num par de macroblocos for omitido, o seu modo de codificação de quadro ou de campo é o mesmo que o macrobloco não omitido no mesmo par de macroblocos. Se a codificação AFF for efetuada num grupo de macroblocos e se todo o grupo de macroblocos for omitido, então todos os macroblocos estão em modo de quadro. Se existir, pelo menos, um macrobloco, que não é omitido, então, os macroblocos omitidos no mesmo grupo estão no mesmo modo de codificação de quadro ou de campo que o macrobloco não omitido.

Um método alternativo para os macroblocos omitidos é como se segue. Se um par de macroblocos é omitido, o seu modo de codificação de quadro e de campo segue o seu par de macroblocos vizinho para a esquerda. Se o par de macroblocos vizinho esquerdo não estiver disponível, o seu modo de codificação segue o seu par de macroblocos vizinho para o topo. Se quer os pares de macroblocos vizinho esquerdo quer de topo não estiverem disponíveis, o macrobloco omitido é estabelecido para o modo de quadro.

Uma outra concretização do presente invento é a codificação de macroblocos de modo direto para as imagens B. Na codificação de modo direto, uma imagem B tem dois vetores de movimento, os vetores de movimento anterior, e posterior. Cada vetor de movimento aponta para uma imagem de referência. Os vetores de movimento tanto anterior como posterior podem apontar no mesmo sentido temporal. Para a codificação de macroblocos de modo direto em imagens B, os vetores de movimento anterior e posterior de um bloco são calculados a partir do bloco com localização semelhante na imagem de referência posterior. O bloco com localização semelhante na imagem de referência posterior pode estar codificado em modo de quadro ou em modo de campo. As regras que se seguem aplicam-se na codificação de macroblocos em modo direto para a imagem B.

Se o bloco com localização semelhante estiver em modo de quadro e se o macrobloco em modo direto corrente estiver também em modo de quadro, os dois vetores de movimento associados de um bloco no macrobloco em modo direto, são calculados a partir do bloco com localização semelhante. O quadro de referência anterior é o utilizado pelo bloco com localização semelhante. O quadro de referência posterior é o mesmo quadro em que está alojado o bloco com localização semelhante.

Se o bloco com localização semelhante estiver em modo de quadro e se o macrobloco em modo direto corrente estiver em modo de campo, os dois vetores de movimento associados de um bloco no macrobloco em modo direto são calculados a partir de vetor de movimento do bloco com localização semelhante com o componente vertical dividido por dois. O campo de referência

anterior é o mesmo campo de paridade do quadro de referência utilizado pelo bloco com localização semelhante. O campo de referência posterior é o mesmo campo de paridade do quadro de referência posterior onde está alojado o bloco com localização semelhante.

Se o bloco com localização semelhante estiver em modo de campo e se o macrobloco em modo direto corrente estiver também em modo de campo, os dois vetores de movimento associados de um bloco no macrobloco em modo direto são calculados a partir do bloco com localização semelhante da mesma paridade de campo. O campo de referência anterior é o campo utilizado pelo bloco com localização semelhante. O campo de referência posterior é o mesmo campo onde está alojado o bloco com localização semelhante.

Se o bloco com localização semelhante estiver em modo de campo e se a macrobloco em modo direto corrente estiver em modo de quadro, os dois vetores de movimento associados do bloco no macrobloco em modo direto são calculados a partir do vetor de movimento do bloco com localização semelhante com o componente vertical multiplicado por dois. O quadro de referência anterior é o quadro em que um dos campos é utilizado pelo bloco com localização semelhante. O campo de referência posterior é o quadro onde está alojado um dos campos do bloco com localização semelhante.

Uma opção alternativa é forçar o bloco em modo direto para ficar no mesmo modo de codificação de quadro ou de campo que o bloco com localização semelhante. Neste caso, se o bloco com localização semelhante para um bloco em modo direto estiver em modo de quadro, o bloco em modo direto está também em modo de quadro. Os dois vetores de movimento com base em quadro do bloco em modo direto são derivados do vetor de movimento anterior com base em quadro do bloco com localização semelhante. O quadro de referência anterior é utilizado pelo bloco com localização semelhante. O quadro de referência posterior é onde está alojado o bloco com localização semelhante.

No entanto, se o bloco com localização semelhante para um bloco em modo direto estiver em modo de campo, o bloco em

modo direto está também em modo de campo. Os dois vetores de movimento com base em campo do bloco em modo direto são derivados do vetor de movimento anterior com base em campo do bloco com localização semelhante. O campo de referência anterior é utilizado pelo bloco com localização semelhante. O campo de referência posterior é onde está alojado o bloco com localização semelhante.

Um macrobloco de uma imagem B pode ser também omitido na codificação AFF de acordo com uma outra concretização do presente invento. Um macrobloco omitido numa imagem B é reconstruído como um macrobloco em modo direto regular sem qualquer informação de coeficiente de transformada codificado. Para os macroblocos omitidos numa imagem B, aplicam-se as regras que se seguem. Se a codificação AFF for efetuada por macrobloco, um macrobloco omitido está quer em modo de quadro, quer em modo de codificação de quadro ou de campo do bloco com localização semelhante na sua imagem de referência posterior. Se a codificação AFF for efetuada em pares de macroblocos e se ambos os macroblocos forem omitidos então os mesmos estão em modo de quadro, ou em modo de codificação de quadro ou de campo do par de macroblocos com localização semelhante na sua imagem de referência posterior. No entanto, se apenas um dos macroblocos num par de macroblocos for omitido, o seu modo de codificação de quadro ou de campo é o mesmo que o macrobloco não omitida do mesmo par de macroblocos. Se a codificação AFF for efetuada num grupo de macroblocos e se todo o grupo de macroblocos for omitido, então todos os macroblocos estão em modo de quadro, ou em modo de codificação de quadro ou de campo do grupo com localização semelhante dos macroblocos na imagem de referência posterior. Se existir, pelo menos, um macrobloco, que não é omitido, então os macroblocos omitidos no mesmo grupo estão no mesmo modo de codificação de quadro ou de campo que o macrobloco não omitido.

Como mencionado anteriormente, um bloco pode ser intra codificado. Os blocos intra estão codificados preditiva e espacialmente. Existem dois modos de codificação intra possíveis para um macrobloco codificação AFF ao nível de macrobloco. O primeiro é o modo intra_4x4 e o segundo é o modo intra_16x16. Em ambos, o valor de cada píxel é predito

utilizando valores de píxel reconstruídos reais a partir dos blocos vizinhos. Ao fazer a predição dos valores de píxel, pode ser conseguida mais compressão. Os modos intra_4x4 e intra_16x16 serão cada explicado com mais pormenores abaixo.

Para o modo de intra_4x4, as predições dos píxeis num bloco de 4 por 4 píxeis, como mostrado na FIG. 14, são a forma derivada dos seus píxeis esquerdos e de cima. Na FIG. 14, os 16 píxeis no bloco de 4 por 4 píxeis são rotulados de a até p. Os píxeis vizinhos de A até P são também mostrados na FIG. 14. Os píxeis vizinhos estão em letras maiúsculas. Como mostrado na FIG. 15, existem nove sentidos de predição diferentes para a codificação intra_4x4. Os mesmos são vertical (0), horizontal (1), a predição DC (modo 2), diagonal baixo/esquerda (3), diagonal baixo/direita (4), vertical esquerda (5), horizontal baixa (6), vertical direita (7), horizontal cima (8). A predição DC faz a média de todos os píxeis vizinhos em conjunto para fazer a predição de um valor de píxel particular.

No entanto, para o modo intra_16x16, existem quatro sentidos de predição diferentes. Os sentidos de predição são também referidos como modos de predição. Estes sentidos são a predição vertical (0), a predição horizontal (1), a predição DC e predição plana. A predição plana não será explicada.

Um bloco intra e seus blocos vizinhos podem ser codificados em modo de quadro ou de campo. A predição intra é efetuada nos blocos reconstruídos. Um bloco reconstruído pode ser representado em modo tanto de quadro como de campo, independentemente do modo de codificação atual de quadro ou de campo do bloco. Uma vez que apenas os píxeis dos blocos reconstruídos são utilizados para a predição intra, aplicam-se as regras que se seguem.

Se um bloco de 4 por 4 píxeis ou de 16 por 16 píxeis estiver em modo de quadro, os píxeis vizinhos utilizados no cálculo das predições de valores de píxeis do bloco estão na estrutura do quadro. Se um bloco de 4 por 4 píxeis ou de 16 por 16 píxeis estiver em modo de campo, os píxeis vizinhos utilizados do cálculo da predição de valores de píxeis do bloco estão em modo de campo com a mesma paridade de campo.

O modo predição intra escolhido (`intra_pred_mode`) de um bloco de 4 por 4 píxeis está altamente correlacionado com os modos de predição dos blocos adjacentes. Isto é ilustrado nas FIG. 16a. A FIG. 16a mostra que A e B são blocos adjacentes a C. O modo de predição do bloco C vai ser estabelecido. A FIG. 16b mostra a ordem da informação de predição intra na corrente de bits. Quando os modos de predição de A e B são conhecidos (incluindo o caso em que A ou B, ou ambos, estão fora da fatia) é dado o modo de predição mais provável (`most_probable_mode`) de C. Se um dos blocos A ou B estiver "fora" o modo de predição mais provável é igual à predição DC (modo 2). Caso contrário, o mesmo é igual ao mínimo de modos de predição utilizados para os blocos A e B. Quando um bloco adjacente é codificado pelo modo intra 16x16, o modo de predição é o modo de predição DC. Quando um bloco adjacente é codificado um macrobloco não intra, o modo de predição é o "modo 2: predição DC" no caso usual e "fora" em caso da atualização intra constrangida.

Para sinalizar um número de modo de predição para um bloco de 4 por 4 é transmitido o primeiro parâmetro `use_most_probable_mode`. Este parâmetro é representado por 1 bit de palavra de código e pode tomar os valores 0 ou 1. Se `use_most_probable_mode` for igual a 1, é utilizado o modo mais provável. Caso contrário um parâmetro adicional `remaining_mode_selector`, o qual pode tomar valores de 0 a 7, é enviado como a palavra de código de 3 bits. A palavra de código é uma representação binária do valor de `remaining_mode_selector`. O número de modo de predição é calculado como:

```
se (remaining_mode_selector < most_probable_mode)
```

```
intra_pred_mode = remaining_mode_selector;
```

```
então
```

```
intra_pred_mode = remaining_mode_selector+1;
```

A ordenação dos modos de predição atribuídos aos blocos C é, por conseguinte, o modo mais provável seguido pelos modos remanescentes pela ordem ascendente.

Uma concretização do presente invento inclui as regras que se seguem que se aplicam à predição do modo intra para um modo de predição intra de um bloco de 4 por 4 píxeis ou de um modo de predição intra de um bloco de 16 por 16 píxeis. O bloco C e os seus blocos vizinhos A e B podem estar em modo de quadro ou de campo. Será aplicada uma das seguintes regras. Serão utilizadas as FIGS. 16a-b nas explicações que se seguem das regras.

Regra 1: A ou B é utilizado como o bloco vizinho de C apenas se A ou B está no mesmo modo de quadro/campo que C. Caso contrário, A ou B é considerado como fora.

Regra 2: A e B são utilizados como os blocos vizinhos de C, independentemente do seu modo de codificação de quadro/campo.

Regra 3: se C estiver codificado em modo de quadro e tiver as coordenadas (x, y) , então A é o bloco com as coordenadas $(x, y-1)$ e B é o bloco com as coordenadas $(x-1, y)$. Caso contrário, se C estiver codificado como campo e tiver as coordenadas de campo (xf, yf) , então A é o bloco cujas coordenadas de campo são $(xf, YF-1)$ e tem a mesma polaridade de campo que C e B é o bloco cujas coordenadas de campo são $(xf-1, yf)$ e tem a mesma polaridade de campo que C.

Regra 4: esta regra aplica-se apenas a pares de macroblocos. No caso de descodificação dos modos de predição dos blocos numerados com 3, 6, 7, 9, 12, 13, 11, 14 e 15 da FIG. 16b, os blocos vizinhos de cima e esquerdo são deixados no mesmo macrobloco que o bloco corrente. No entanto, no caso de descodificação dos modos de predição de blocos numerados com 1, 4 e 5, o bloco de topo (bloco A) está num par de macroblocos diferente do par de macroblocos corrente. No caso de descodificação do modo de predição dos blocos numerados com 2, 8 e 10, o bloco esquerdo (bloco B) está num par de macroblocos diferente. No caso de descodificação do modo de predição do bloco numerado com 0, ambos os blocos de cima e esquerdo estão em pares de macroblocos diferentes. Para um macrobloco em modo de descodificação de campo, os blocos vizinhos dos blocos numerados com 0, 1, 4, 5, 2, 8 e 10 serão definidos como se segue.

Se o par de macroblocos de cima (170) for descodificado em modo de campo, então para os blocos numerados com 0, 1, 4 e 5 no macrobloco de campo de topo (173), os blocos numerados com 10, 11, 14 e 15, respetivamente, no macrobloco de campo de topo (173) do par de macroblocos de cima (170), devem ser considerados como os blocos vizinhos de cima para o par de macroblocos corrente (171), como mostrado na FIG. 17a. Para os blocos numerados com 0, 1, 4 e 5 do macrobloco de campo de fundo (174), os blocos numerados com 10, 11, 14 e 15, respetivamente, no MB de campo de fundo do par de macroblocos de cima (170) deve ser considerado como os blocos vizinhos de cima para o par de macroblocos corrente (171), como mostrado na FIG. 17a.

No entanto, se o par de macroblocos de cima (170) for descodificado em modo de quadro, então para os blocos numerados com 0, 1, 4 e 5 no macrobloco de campo de topo (173), os blocos numerados com 10, 11, 14 e 15, respetivamente, no macrobloco de quadro de fundo (176) do par de macroblocos de cima (170), devem ser considerados como os blocos vizinhos de cima para o par de macroblocos corrente (171), como mostrado na FIG. 17b. Para os blocos numerados com 0, 1, 4 e 5 do macrobloco de campo de fundo (174), os blocos numerados com 10, 11, 14 e 15, respetivamente, no macrobloco de quadro de fundo (176) do par de macroblocos de cima (170), devem ser considerados como os blocos vizinhos de cima para o par de macroblocos corrente (171), como mostrado na FIG. 17b.

Se o par de macroblocos esquerdo (172) for descodificado em modo de campo, então para os blocos com os números 0, 2, 8 e 10 no macrobloco de campo de topo (173), os blocos numerados com 5, 7, 13 e 15, respetivamente, no macrobloco de campo de topo (173) do par de macroblocos esquerdo (172), devem ser considerados como os blocos vizinhos esquerdos para o par de macroblocos corrente (171) como mostrado na FIG. 17c. Para os blocos numerados com 0, 2, 8 e 10 no macrobloco de campo de fundo (174), os blocos numerados com 5, 7, 13 e 15, respetivamente, no macrobloco de campo de fundo (174) do par de macroblocos esquerdo (172), devem ser considerados como os blocos vizinhos esquerdos para o par de macroblocos corrente (171), como mostrado na FIG. 17c.

Se o par de macroblocos esquerdo (172) for decodificado em modo de quadro, então para os blocos com os números 0, 2, 8 e 10 no macrobloco de campo de topo (173), os blocos numerados com 5, 7, 13 e 15, respectivamente, no macrobloco de quadro de topo (175) do par de macroblocos esquerdo (172), devem ser considerados como os blocos vizinhos esquerdos para o par de macroblocos corrente (171), como mostrado na FIG. 17d. Para os blocos com os números 0, 2, 8 e 10 no macrobloco de campo de fundo (174), os blocos numerados com 5, 7, 13 e 15, respectivamente, no macrobloco de quadro de fundo (176) do par de macroblocos esquerdo (172), devem ser considerados como os blocos vizinhos esquerdos para o par de macroblocos corrente (171), como mostrado na FIG. 17d.

Para os pares de macroblocos no limite superior de uma fatia, se o par de macroblocos esquerdo (172) está em modo de decodificação de quadro, então o valor de predição de modo intra utilizado para fazer a predição de um macrobloco de campo deve ser configurado para a predição DC.

As descrições anteriores de predição de codificação intra e de modo intra podem ser estendidas às transformadas de bloco de adaptativas.

Uma outra concretização do presente invento é que a filtragem em anel é efetuada nos blocos reconstruídos. Um bloco reconstruído pode ser representado na estrutura quer de quadro ou quer de campo, independentemente do modo de codificação de quadro ou de campo do bloco. A filtragem em anel (desbloqueio) é um processo de determinação da determinação da média ponderada dos píxeis dos blocos vizinhos. A FIG. 12 será utilizada para explicar a filtragem em anel. Assume-se que E da FIG. 12 é um bloco reconstruído, e A, B, C e D são os seus blocos vizinhos reconstruídos, como mostrado na FIG. 12, e os mesmos estão todos representados na estrutura de quadro. Uma vez que A, B, C, D e E podem ser codificados quer em quadro quer em campo, aplicam-se as regras que se seguem:

Regra 1: se E for codificado em quadro, a filtragem de circuito é efetuada através dos píxeis de E e dos seus blocos vizinhos A, B, C e D.

Regra 2: Se E for codificado em campo, a filtragem de circuito é efetuada através dos píxeis de campo de topo e de campo de fundo de E e dos seus blocos vizinhos A, B, C e D, separadamente.

Uma outra concretização do presente invento é que o enchimento é efetuado no quadro reconstruído, pela repetição dos píxeis de limite. Uma vez que os blocos de limite podem ser codificados em modo de quadro ou de campo, aplicam-se as regras que se seguem:

Regra 1: os píxeis na linha vertical esquerda ou direita de um bloco de limite são, se necessário, repetidos.

Regra 2: se um bloco de limite estiver na codificação de quadro, os píxeis na linha horizontal de topo ou de fundo do bloco de limite, são repetidos.

Regra 3: se um bloco de limite estiver na codificação de campo, os píxeis nas duas linhas horizontais (dois campos) de topo ou de fundo do bloco de limite são repetidas alternadamente.

Uma outra concretização do presente invento é que coeficientes de transformada bidimensionais são convertidos em séries unidimensionais de coeficientes antes da codificação entrópica. O percurso de exploração pode ser ou não em ziguezague. O explorador em ziguezague é, de preferência, para as sequências progressivas, mas pode ser também utilizado para as sequências de entrelaçamento com movimentos lentos. Os exploradores que não são em ziguezague são para as sequências de entrelaçamento. Para a codificação AFF de macroblocos, podem ser utilizadas as seguintes opções.

Opção 1: a pesquisa em ziguezague é utilizada para macroblocos em modo de quadro, enquanto os exploradores que não são em ziguezague são utilizados para macroblocos em codificação campo.

Opção 2: a exploração em ziguezague é utilizada para macroblocos em modos tanto de quadro como de campo.

Opção 3: a exploração que não é em ziguezague é utilizada para macroblocos em modo tanto de quadro como de campo.

A descrição anterior foi apresentada apenas para ilustrar e descrever as concretizações do invento. Não pretende ser exaustiva ou que limite o invento a qualquer forma precisa descrita. São possíveis muitas modificações e variações à luz dos ensinamentos acima.

As concretizações anteriores foram escolhidas e descritas de modo a ilustrar os princípios do invento e algumas aplicações práticas. A descrição anterior permite que outros peritos na técnica utilizem o invento nas várias concretizações e com várias modificações que sejam apropriadas para a utilização particular contemplada. Pretende-se que o âmbito do invento seja definido pelas reivindicações que se seguem.

Lisboa, 2015-09-15

REIVINDICAÇÕES

1 - Método de codificação ou decodificação do conteúdo de vídeo digital, compreendendo o referido conteúdo de vídeo digital uma corrente das imagens, as quais podem ser cada imagens intra, preditas, ou duplamente preditas, compreendendo cada uma das referidas imagens macroblocos, compreendendo o referido método os passos de:

seleção para codificar ou decodificar cada par de macroblocos verticalmente adjacentes num modo de quadro ou num modo de campo;

disposição do referido par dos macroblocos em macroblocos de quadro ou de macroblocos de campo de acordo com o modo selecionado do referido modo de quadro ou do referido modo de campo; e

codificação ou decodificação dos referidos macroblocos quadro ou dos referidos macroblocos de campo, em que o passo de disposição do dito par dos macroblocos dentro dos macroblocos de quadro ou dos macroblocos de campo inclui o passo de:

processamento conjunto, no referido modo de quadro, de dois campos no referido par dos macroblocos, sendo o referido par dos macroblocos dividido em macroblocos de quadro, e incluindo cada um dos referidos macroblocos píxeis de campo tanto de topo como de fundo;

processamento separado, no referido modo de campo, de dois campos do referido par dos macroblocos, sendo o referido par dos macroblocos dividido em macroblocos de campo, e incluindo cada um dos referidos macroblocos píxeis de campo tanto de topo como de fundo, e

em que os referidos macroblocos de quadro e os referidos macroblocos de campo têm a mesma dimensão.

2 - Método de acordo com a reivindicação 1, em que cada um dos referidos macroblocos de quadro e cada um dos referidos macroblocos de campo tem 16 por 16 píxeis.

3 - Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que o par dos macroblocos tem 32 por 16 píxeis.

4 - Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, em que, pelo menos, um dos referidos macroblocos de campo ou dos referidos macroblocos de quadro é ainda dividido em blocos com dimensões mais pequenas, que incluem as mesmas dimensões de bloco possíveis, quando em modo de quadro ou em modo de campo, os blocos com dimensões mais pequenas são para utilização na predição de temporal com compensação de movimento.

5 - Método de acordo com a reivindicação 4, em que os blocos com dimensões mais pequenas, incluem 16 por 8 píxeis, 8 por 16 píxeis, 8 por 8 píxeis, 8 por 4 píxeis, 4 por 8 píxeis, ou 4 por 4 píxeis.

6 - Método de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, em que, pelo menos, um dos referidos macroblocos de quadro ou de campo serem divididos em blocos com dimensões mais pequenas, incluindo os blocos de menores dimensões 16 por 8 píxeis, 8 por 16 píxeis, 8 por 8 píxeis, 8 por 4 píxeis, 4 por 8 píxeis, ou 4 por 4 píxeis.

7 - Método de acordo com a reivindicação 4, 5 ou 6, que compreende ainda o cálculo dos vetores de movimento de predição para os referidos blocos com dimensões mais pequenas.

8 - Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, que compreende ainda a utilização de um sinalizador de quadro/campo para o par dos macroblocos para indicar o modo de quadro ou o modo de campo.

9 - Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, em que a seleção para codificar ou decodificar num modo de quadro ou num modo de campo inclui uma codificação ou decodificação dentro de uma imagem.

10 - Método de acordo com a reivindicação 1, que compreende ainda a codificação do referido macrobloco de

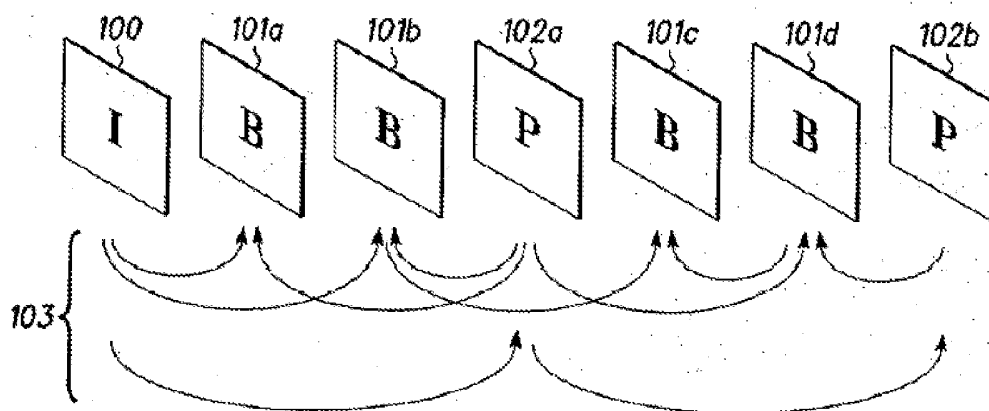
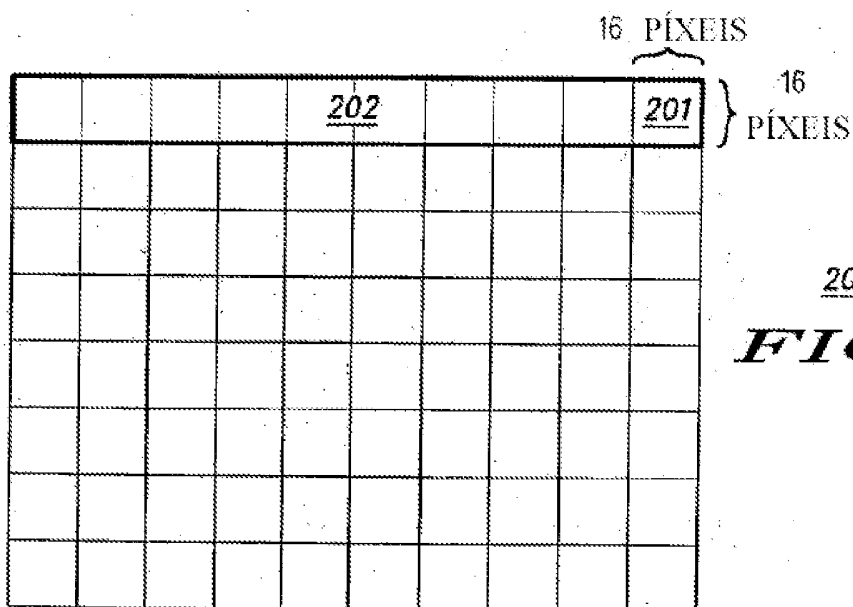
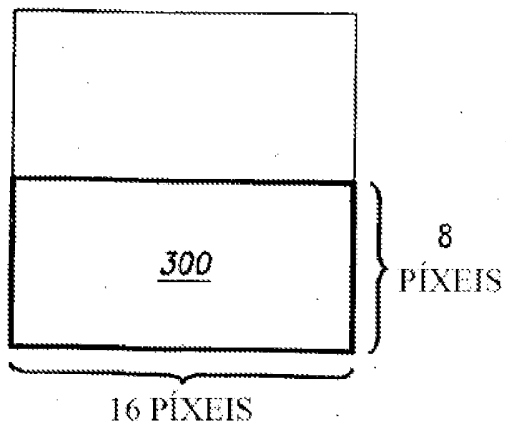
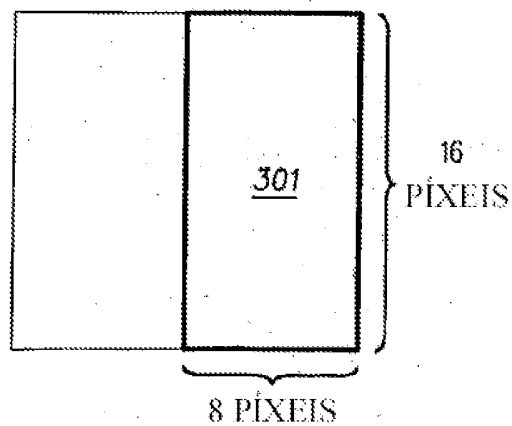
quadro ou do referido macrobloco de campo em modo direto nas referidas imagens duplamente preditas.

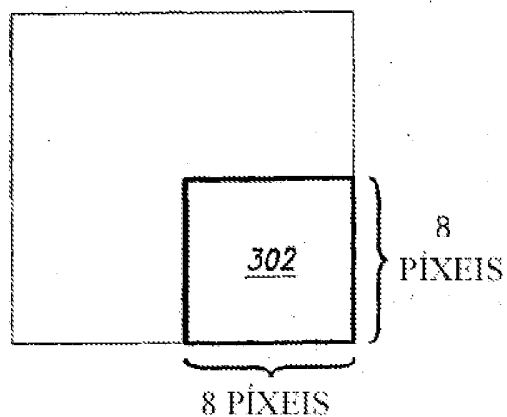
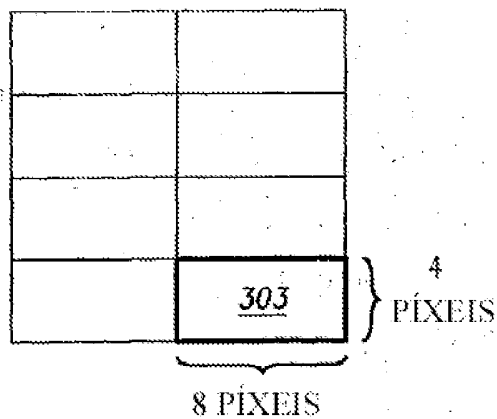
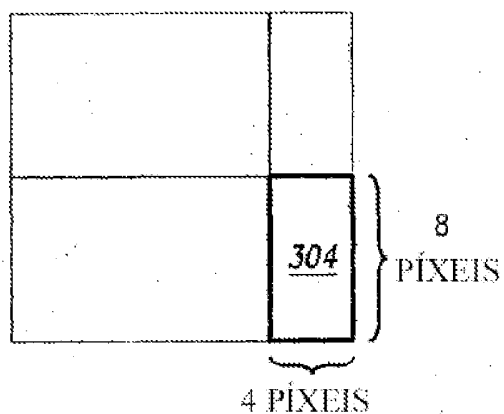
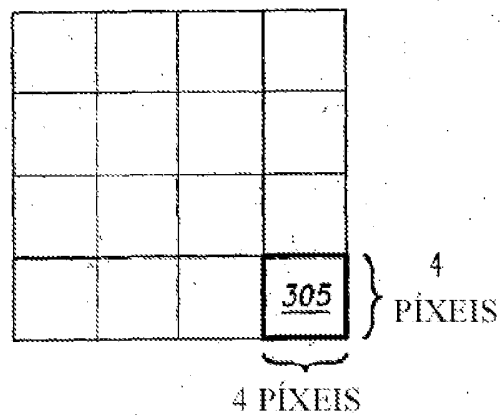
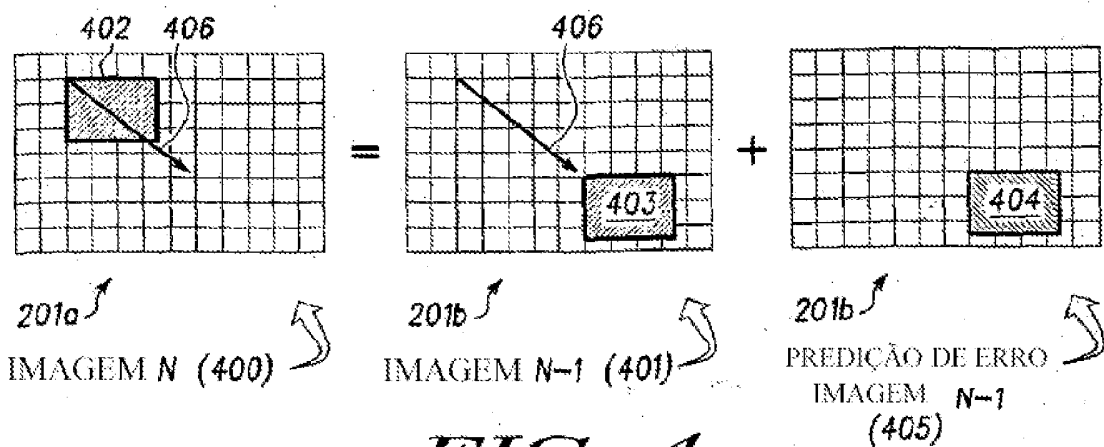
11 - Método de acordo com a reivindicação 1, que compreende ainda valores de píxel espacialmente preditos para o referido macrobloco de quadro ou para o referido macrobloco de campo nas referidas imagens intra, nas referidas imagens preditas, ou nas referidas imagens duplamente preditas.

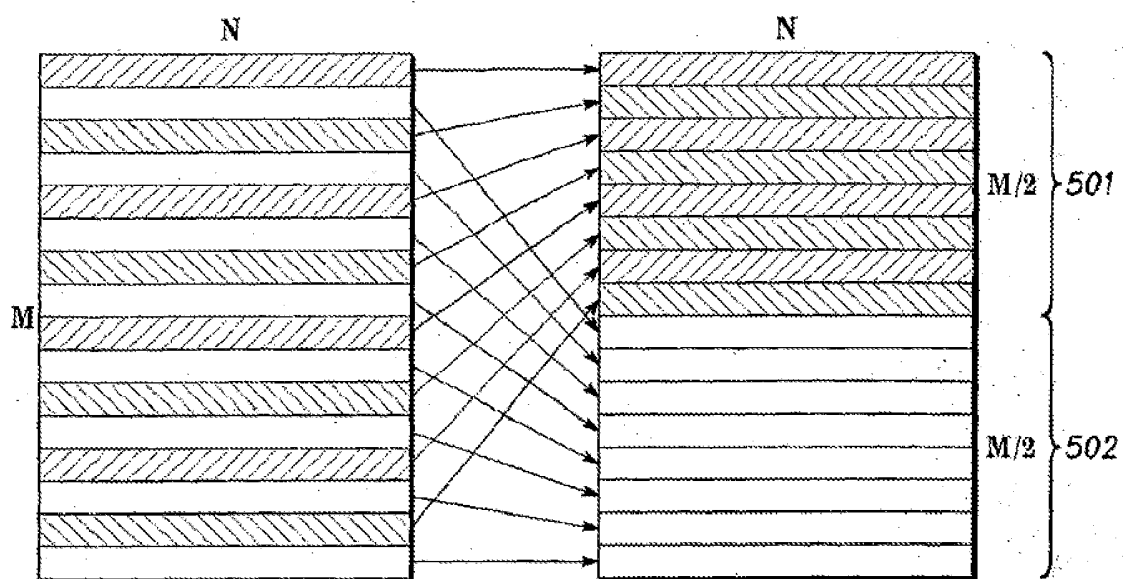
12 - Método de acordo com a reivindicação 1, que compreende ainda valores de píxel de predição temporal para o referido macrobloco de quadro ou para o referido macrobloco de campo nas referidas imagens preditas ou nas referidas imagens duplamente preditas.

13 - Aparelho adaptado para efetuar os passos do método como indicado em qualquer reivindicação anterior.

Lisboa, 2015-09-15

**FIG. 1****FIG. 2****FIG. 3A****FIG. 3B**

**FIG. 3C****FIG. 3D****FIG. 3E****FIG. 3F****FIG. 4**



500

FIG. 5

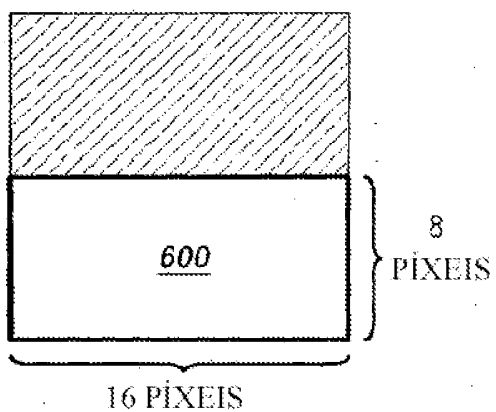


FIG. 6A

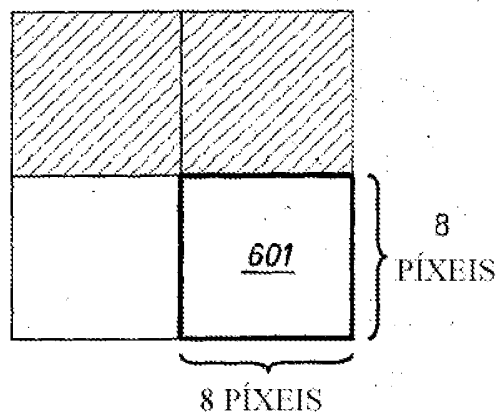


FIG. 6B

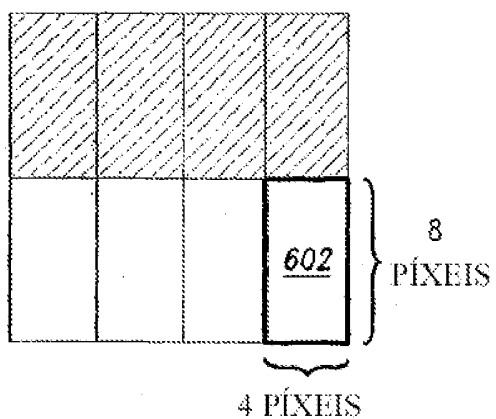


FIG. 6C

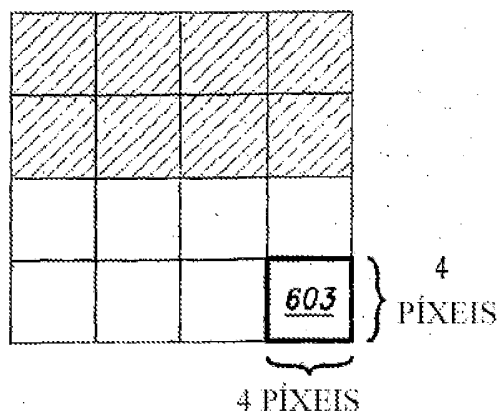
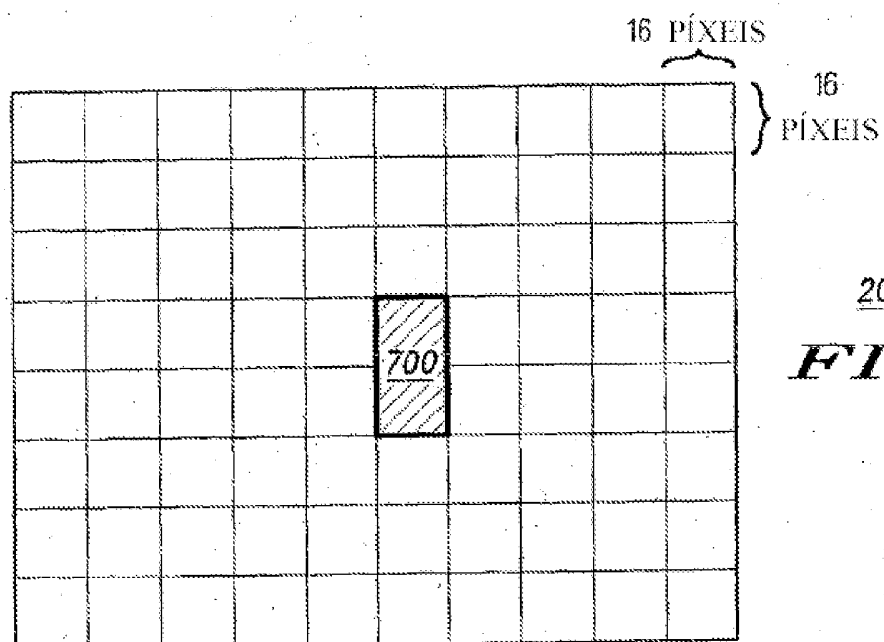
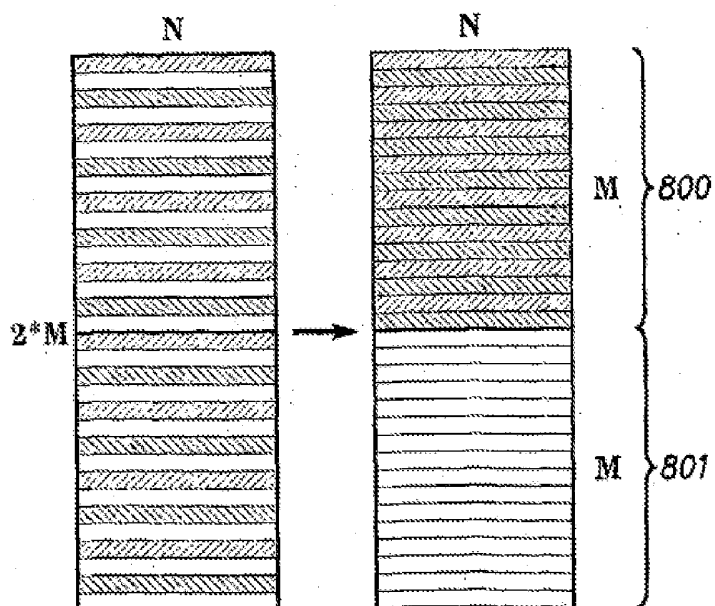


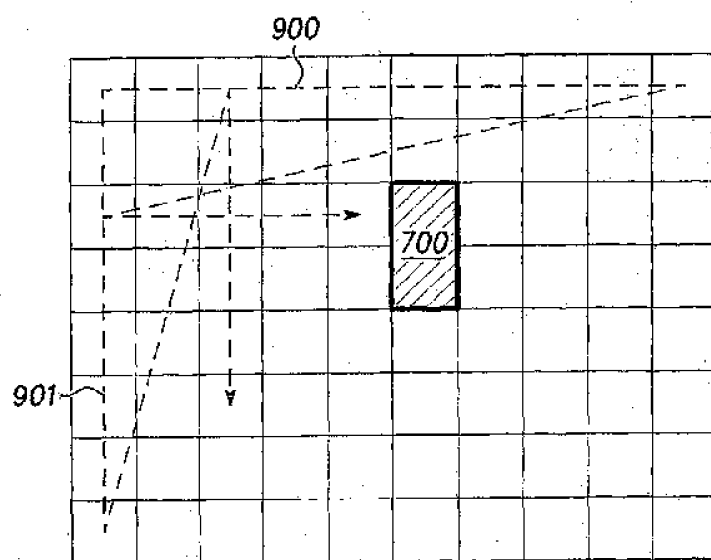
FIG. 6D



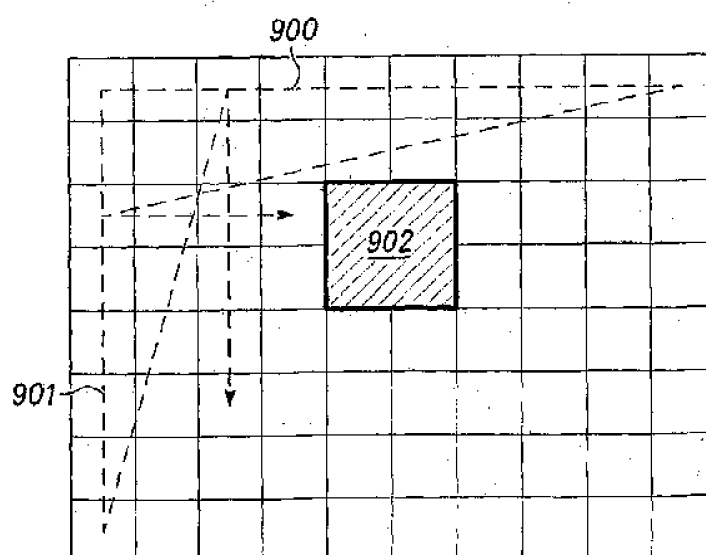
200
FIG. 7



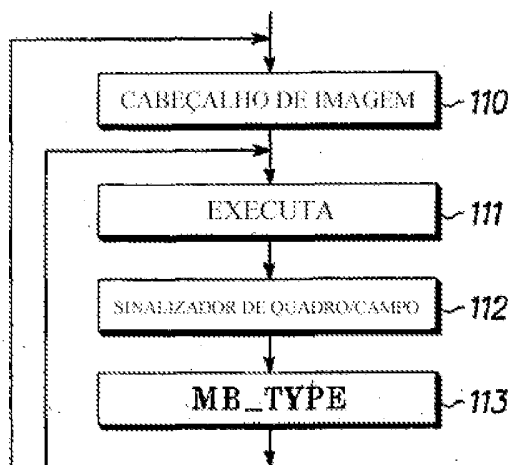
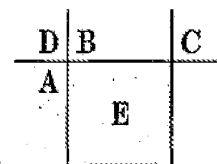
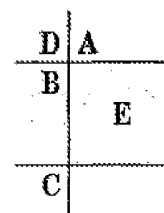
700
FIG. 8



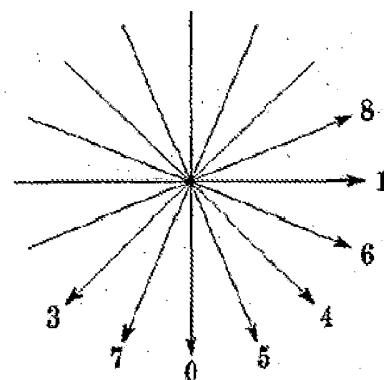
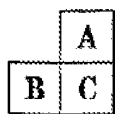
200 FIG. 9



200 FIG. 10

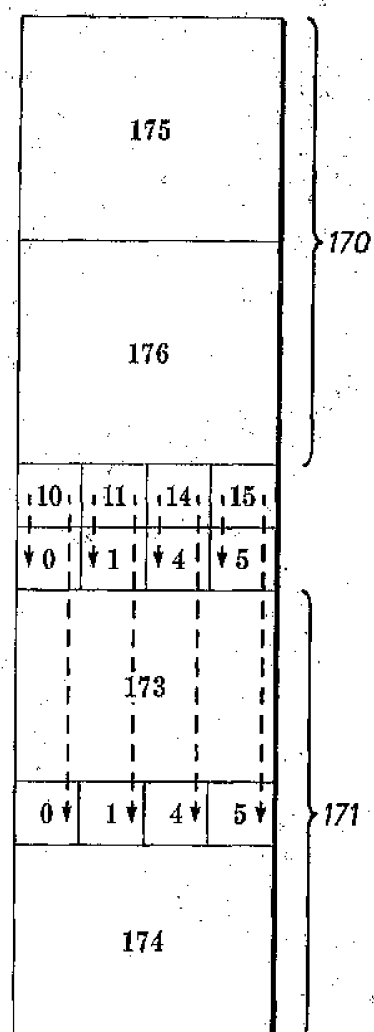
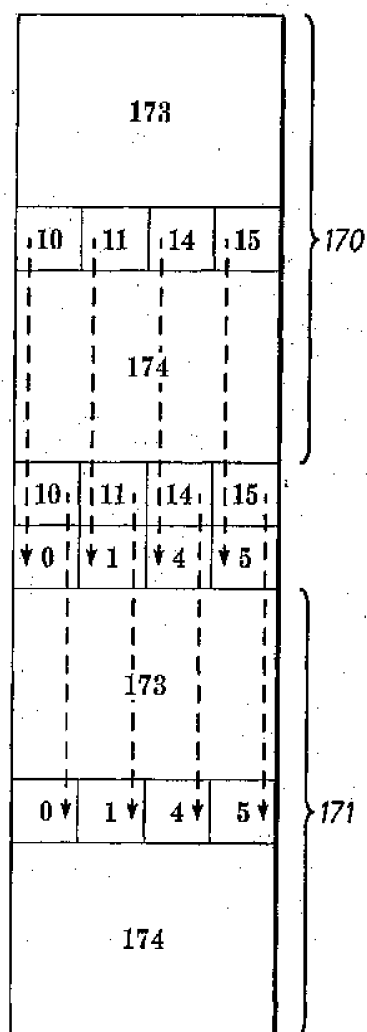
*FIG. 11**FIG. 12**FIG. 13*

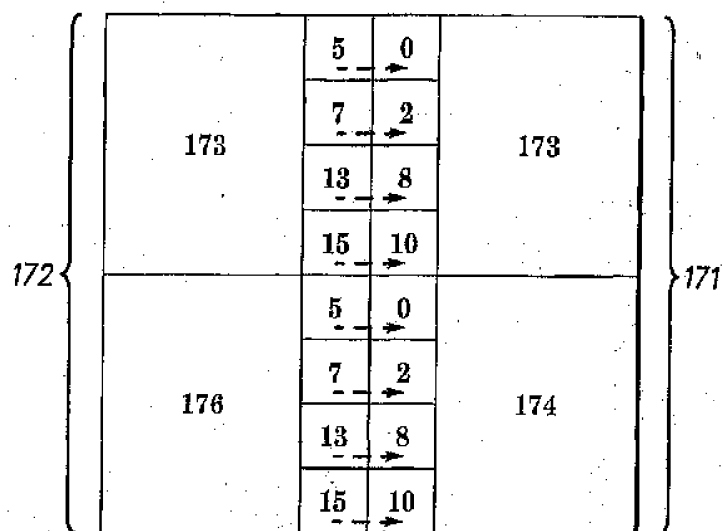
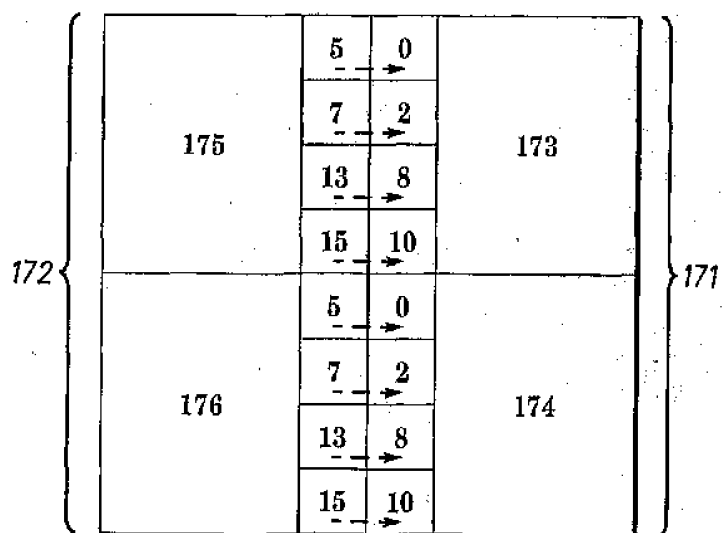
Q	A	B	C	D	E	F	G	H
I	a	b	c	d				
J	e	f	g	h				
K	i	j	k	l				
L	m	n	o	p				
M								
N								
O								
P								

FIG. 14*FIG. 15**FIG. 16A*

0	1	4	5
2	3	6	7
8	9	12	13
10	11	14	15

FIG. 16B

**FIG. 17A****FIG. 17B**

*FIG. 17C**FIG. 17D*