



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

(11) PI 0302330-3 B1

(22) Data do Depósito: 30/06/2003

(45) Data de Concessão: 23/02/2016

(RPI 2355)



(54) Título: MÉTODO E SISTEMA DE SEGMENTAÇÃO PARA REPRESENTAÇÃO DE CONTEÚDO DE RASTREIO MÚLTIPLO (MRC) DE DOCUMENTOS

(51) Int.Cl.: G06K 9/50

(52) CPC: G06K 9/50

(30) Prioridade Unionista: 01/07/2002 US 10/188,249

(73) Titular(es): XEROX CORPORATION

(72) Inventor(es): DONALD J. CURRY, DORON KETTLER, ASGHAR NAFARIEH

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO E SISTEMA PARA SEPARAR UM SINAL DE IMAGEM EM UM CONJUNTO DE PLANOS DE IMAGEM"**.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

5 CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se, de um modo geral, a métodos e sistemas para segmentar documentos escaneados digitalmente em dois ou mais planos, e, mais particularmente, de métodos e sistemas para segmentar documentos escaneados digitalmente em planos adequados para uma
10 representação de Conteúdo de Rastreio Múltiplo (MRC - "Multiple Raster Content") de documentos.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA CORRELATA

A representação de MRC é versátil. Proporciona a aptidão de representar imagens coloridas e texto colorido ou monocromático. A representação de MRC possibilita o emprego de múltiplos "planos" com a finalidade de representar o conteúdo de documentos. A representação de MRC
15 está se tornando cada vez mais importante no mercado. Já se estabeleceu como o padrão de fax colorido principal.

Em uma representação de MRC, uma imagem é representada por mais de um plano de imagem. A vantagem principal da representação de MRC é a provisão de uma maneira eficaz de armazenar, transmitir e manipular documentos coloridos digitais de grande tamanho. O método aproveita as propriedades do sistema humano de visão, no qual a habilidade de distinguir pequenas variações de cor se reduz bastante na presença de bordas
20 de alto contraste. Normalmente, a informação de borda é separada da informação de cor que varia suavemente, e é codificada (possivelmente a uma resolução superior a 1 bit por pixel) em um dos planos, denominado o plano Seletor. Após uma separação cuidadosa, os diversos planos poderiam ser comprimidos independentemente usando esquemas padronizados de compressão (tais como JPEG e G4) com boa compressão e alta qualidade ao
30 mesmo tempo.

Há necessidade de um método e um sistema para separar efi-

cazmente uma imagem em um conjunto de planos, de tal modo que as vantagens da representação de MRC possam ser integralmente aproveitadas.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

São apresentados um método e um sistema para separar um
5 sinal de imagem em um conjunto de planos de imagem. O sistema compreende um módulo min-max, um módulo de limiar dinâmico e um módulo de separação. O módulo min-max recebe o sinal de imagem, busca um mínimo e um máximo dentro de pelo menos uma janela centrada em um pixel corrente no sinal de imagem. O módulo de limiar dinâmico computa, para a janela,
10 em função do mínimo e máximo respectivos recebidos do módulo min-max e do pixel corrente, um indicador respectivo que representa a distância e direção do pixel corrente em relação a um plano limiar respectivo, e emite um sinal de controle baseado no indicador. O módulo de separação separa o
15 sinal de imagem no conjunto de planos de imagem de acordo com o sinal de controle pela inclusão de uma representação do pixel corrente em pelo menos um dos planos de imagem.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As características e vantagens da presente invenção se evidenciarão na descrição detalhada que se segue da presente invenção, em cuja
20 descrição:

A figura 1 ilustra a estrutura de MRC para documentos.

A figura 2 mostra o diagrama de blocos do sistema da presente invenção.

A figura 3 mostra o diagrama de blocos de uma modalidade do
25 sistema da presente invenção.

A figura 4 ilustra a função do bloco de Min-Max Dependente E1 usado em uma modalidade do sistema da presente invenção.

A figura 5 ilustra a função do bloco de Subamostra de Min-Max Dependente E2 usado em uma modalidade do sistema da presente invenção.
30

A figura 6 ilustra as funções do bloco de Max Dependente E3 e do bloco de Min Dependente E4 usados em uma modalidade do sistema da

presente invenção.

A figura 7 ilustra os dois contextos de janela empregados por uma modalidade do módulo de limiar Dinâmico.

5 A figura 8 mostra o diagrama de blocos de uma modalidade do módulo de limiar Dinâmico.

A figura 9 mostra uma implementação de uma modalidade do módulo de limiar Dinâmico.

A figura 10 mostra a tabela de verdade do bloco lógico comparador da figura 9.

10 A figura 11 mostra uma implementação do módulo lógico seletor incluído em uma modalidade do módulo de limiar Dinâmico.

A figura 12 ilustra a função do bloco de Processamento de Borda incluído no módulo de Separação.

15 A figura 13 ilustra a faixa de decisão usada pelo módulo de Separação para separar o sinal de imagem em planos de Fundo e de Frente.

A figura 14 mostra um diagrama de blocos de uma implementação do bloco de Limpeza FG/BG incluído em uma modalidade do módulo de Separação.

20 A figura 15 ilustra a operação de dilatar usada em uma implementação do bloco de Limpeza FG/BG (Frente/Fundo) incluído em uma modalidade do módulo de Separação.

A figura 16 é uma ilustração gráfica de equações (1) a (4).

A figura 17 é uma ilustração gráfica de equações (6) a (9).

25 A figura 18 mostra uma estrutura exemplificativa do módulo de estimativa de retícula.

A figura 19 mostra um esquema de detecção de min-max usado pelos módulos de detecção de min-max incluídos no módulo de estimativa de retícula da figura 18.

30 A figura 20 ilustra as equações que implementam o módulo de ponderação de retícula incluído no módulo de estimativa de retícula.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção apresenta um método e um sistema para

separar um sinal de imagem em um conjunto de planos de imagem. O sinal de imagem representa um documento escaneado digitalmente. Os planos de imagem são adequados para uma representação de Conteúdo de Rastreo Misturado (MRC) do documento escaneado digitalmente.

5 A figura 1 mostra uma representação de MRC geral. A representação compreende até quatro planos independentes: Frente, Fundo, Seletor e Sugestões de Interpretação ("Rendering"). No caso mais geral, poderia haver múltiplos pares de Frente e Seletor nos níveis mais altos. Entretanto, na maioria das aplicações, a representação está limitada a três ou
10 quatro planos. O plano de Fundo tipicamente é usado para armazenar informações de tom contínuo, tais como cores de figuras e/ou de fundo variando lentamente. O plano Seletor normalmente retém a imagem de texto (binário) assim como outras informações de borda (por exemplo, desenhos de arte de linha). O plano de Fundo usualmente retém a cor do texto correspondente
15 e/ou arte de linha. No entanto, a representação de MRC apenas especifica os planos e os seus métodos de compressão associados. De resto, não restringe nem força o conteúdo de cada um dos planos. O conteúdo de cada um dos planos pode ser definido apropriadamente por uma implementação da representação de MRC.

20 A estrutura de MRC também permite um quarto plano, o plano de Sugestões de Interpretação, que é usado para comunicar informações adicionais a respeito do conteúdo do documento. Por exemplo, o plano de Sugestões de Interpretação pode portar as sugestões de cor do ICC (International Color Consortium - Associação de Cor Internacional) que identificam
25 a melhor estratégia de conjugação de cor para os diversos objetos na página.

Os planos de Frente e de Fundo são definidos como planos de duas cores integrais (L, a, b). O plano Seletor é definido como um plano binário (de 1 bit de profundidade). O plano de Sugestões de Interpretação tipicamente está restrito a um plano de 8 bits. Uma representação de MRC
30 exemplificativa especifica que os planos de Frente e de Fundo deverão ser comprimidos no esquema JPEG, e que o plano Seletor deverá ser compri-

mido no esquema ITU-G4 (compressão de fax do Grupo 4 padrão). O plano de Sugestões de Interpretação é considerado opcional, porém se for usado, um esquema de compressão semelhante ao esquema de Lempel-Zev-Welch pode ser usado para a sua compressão. Em geral, os planos de Frente, 5 Fundo, Seletor e de Sugestões de Interpretação podem estar todos a resoluções diferentes, e não é preciso que mantenham a resolução de entrada de fonte original.

O método de montar de volta uma imagem de MRC "segmentada" a partir de seus componentes (ou seja, planos) é por "vazamento" das 10 cores de Frente da "máscara " de plano Seletor no topo do plano de Fundo, deste modo sobregravando o conteúdo anterior do plano de Fundo nestes locais. Em outras palavras, a montagem é obtida por multiplexação entre as informações de Frente e de Fundo na base de pixel por pixel, em função do sinal de controle binário do plano Seletor. Por exemplo, se o valor Seletor for 15 1, é usado o conteúdo de Frente; em caso contrário (ou seja, o valor Seletor = 0), é usado o conteúdo de Fundo. A operação de multiplexação é repetida na base de pixel por pixel até que todos os pixels de saída tenham sido definidos.

A vantagem principal da representação de MRC é a provisão de 20 uma maneira eficaz de armazenar, transmitir e manipular documentos coloridos digitais de grande tamanho. O método aproveita as propriedades do sistema humano de visão, no qual a habilidade de distinguir pequenas variações de cor se reduz bastante na presença de bordas de alto contraste. Normalmente, as informações de bordo são separadas das informações de 25 cor que variam suavemente, e são codificadas (possivelmente a uma resolução superior a 1 amostra de Seletor por pixel de fonte) no plano Seletor. Após uma separação cuidadosa, os diversos planos poderiam ser comprimidos independentemente usando esquemas padronizados de compressão (tais como JPEG e G4) com boa compressão e alta qualidade ao mesmo 30 tempo.

O sistema de Segmentação da presente invenção é usado para dividir a imagem que chega em três ou mais planos adequados para uma

representação de MRC da imagem.

A figura 2 mostra um diagrama de blocos do sistema de Segmentação da presente invenção. O sistema de Segmentação 200 compreende um módulo Min-Max 202, um módulo de limiar Dinâmico 204 e um módulo de Separação 206. O módulo Min-Max 202 recebe o sinal de imagem DSC, procura os mínimos e máximos dentro de um conjunto de janelas centralizado em um pixel no sinal de imagem. O módulo de limiar Dinâmico 204 computa, para cada uma das janelas, em função dos mínimos e máximos recebidos do módulo min-max e do pixel corrente, um indicador respectivo que representa a distância e direção do pixel corrente em relação ao plano limiar respectivo, e emite um sinal de controle baseado nos indicadores. O módulo de Separação 206 separa o sinal de imagem no conjunto de planos de imagem de acordo com o sinal de controle pela inclusão de uma representação do pixel corrente em pelo menos um dos planos de imagem.

A figura 3 mostra um diagrama de blocos de uma modalidade 300 do sistema de Segmentação 200.

Para o melhor desempenho do sistema de Segmentação 300, o sinal de entrada DSC deve estar isento da maior parte dos padrões de retícula de frequência média original da imagem escaneada original. Estas frequências de retícula tipicamente são eliminadas passando a imagem de entrada primeiro através de um sistema de de screen. Entretanto, em algumas situações, tais como uma impressão de PDL (Page Description Language - linguagem de descrição de página) limpa, pode-se saber que o sinal de entrada está isento de frequências de retícula problemáticas. Em tais situações, a operação de de screen não é necessária e o sinal de entrada limpo pode ser fornecido diretamente ao sistema de Segmentação.

Para facilitar a explicação, na descrição do sistema de Segmentação 300 aqui apresentada, supõe-se que tanto a imagem de entrada de fonte DSC, como as saídas de Frente FG e de Fundo BG, são planos de cor integral (L, a, b), enquanto a saída de plano Seletor SEL é binária (1 bit). Deve ficar claro que estas suposições não devem ser consideradas limitações das aplicações da presente invenção.

Em geral, os planos de Frente, Fundo e Seletor poderiam estar, todos eles, em resoluções diferentes em relação à imagem de entrada DSC. Por exemplo, os planos de Frente e de Fundo tipicamente são amostrados para baixo (para melhor compressão), enquanto o plano Seletor é tipicamente amostrado para cima (para melhor qualidade de bordo) a partir da resolução de entrada original. A quantidade de amostragem para cima e para baixo deve ser totalmente programável sob controle de software.

O sistema de Segmentação 300 pode também receber e usar os sinais de frequência estimada opcional de Peso de Retícula HTW e Super Blur de cor integral BLR_A quando estão disponíveis. Estes sinais opcionais podem ser gerados por um sistema de de screen ou de filtragem, tal como aquele descrito em um pedido de patente co-pendente. O sinal Super Blur de cor integral BLR_A pode ser gerado por filtragem de passa-baixas do sinal de fonte de imagem com um filtro que possui um intervalo de filtro muito grande (ou seja, frequência de corte muito baixa). A frequência estimada opcional de Peso de Retícula HTW será descrita em detalhes mais tarde com referência às figuras 18, 19 e 20.

O sistema de Segmentação 300 compreende um módulo Min-Max 310, um módulo de limiar Dinâmico 320 e um módulo de Separação 330.

O módulo Min-Max 310 compreende um bloco Min-Max Dependente E1, um bloco de Sub Amostra Min-Max Dependente E2 e dois blocos Min-Max Dependentes E3, E4. O módulo Min-Max 310 recebe o sinal de imagem de entrada DSC (tridimensional), computa e emite dois conjuntos de vetores de máximo e mínimo (Mx, Mn), (MX, MN), cada conjunto correspondendo a uma janela diferente.

O módulo de limiar Dinâmico 320 recebe o sinal de imagem de entrada DSC, e os vetores (Mx, MN), (MX, MN) a partir do módulo Min-Max 310, e calcula, para cada uma das janelas, em função do mínimo e máximo recebidos do módulo min-max e do pixel corrente, um indicador respectivo que representa a distância e direção do pixel corrente em relação ao plano limiar respectivo, e emite, baseado nos indicadores, um sinal de controle

GRS para o módulo de Separação 330. Os sinais de controle opcionais SEG, ENH também podem ser emitidos. O módulo de limiar Dinâmico 320 recebe também os sinais de estimativa de frequência opcional de Peso de Réticula HTW e Super Blur de cor integral BLR_A quando estão disponíveis.

5 O módulo de Separação 330 compreende um bloco de Lógica de Seletor E6, um bloco de Processamento de Borda E7, um bloco de Separação FB/BG (Frente e fundo) E8 e um bloco de Limpeza FG/BG E9. O módulo de Separação 330 recebe o sinal de imagem DSC, os vetores Mx, Mn a partir do módulo Min-Max 310, o sinal de controle GRS e os sinais de controle opcionais SEG, ENH a partir do módulo de limiar Dinâmico 320, e emite
10 os três sinais BG, FG, SEL, que correspondem aos planos de Frente, Fundo e Seletor de uma representação de MRC da imagem DSC, respectivamente.

O bloco Min-Max Dependente E1 recebe o sinal de imagem de entrada DSC e procura, em uma janela de 5x5 centrada no pixel corrente de
15 interesse, o valor (vetor) mínimo Mn e o valor (vetor) máximo Mx. Os vetores Mn e Mx representam o mínimo e o máximo no contexto de janela de 5x5 pixels. O significado destes vetores será descrito em detalhes posteriormente.

O bloco de SubAmostra Min-Max Dependente E2 recebe o sinal
20 de imagem de entrada DSC e procura o valor de luminância mínimo e máximo em cada uma das janelas não-superpostas de 8x8, e também fornece os valores de croma correspondentes nestes locais. Mediante o emprego de janelas não-superpostas de 8x8, o bloco de SubAmostra Min-Max Dependente E2 efetivamente retira subamostras dos valores de mínimo e máximo
25 de um fator de 8 em cada direção, deste modo reduzindo a largura de banda de um fator igual a 64. As saídas subamostradas são em seguida fornecidas aos dois blocos Min-Max Dependentes E3 e E4, que buscam os vetores de mínimo e máximo MN e MX em uma janela de 9x9 centrada na janela de 8x8 original (antes da subamostragem) que contém o pixel corrente de interesse.
30 Conseqüentemente, os vetores MN e MX correspondem ao mínimo de todos os mínimos e ao máximo de todos os máximos a partir das janelas não-superpostas de 8x8, respectivamente. Devido ao efeito de subamostragem

(por 8), a janela de 9x9 na realidade corresponde a um contexto de janela de 72x72 pixels. Cumpre notar que são usadas letras maiúsculas para os vetores MN e MX para distinguí-los dos vetores Mn e Mx (saídas do bloco E1) e para indicar que estes representam o mínimo e o máximo no contexto de
5 janela de 72x72 pixels global maior.

Os dois conjuntos de vetores de mínimo e máximo (Mn, Mx) e (MN, MX) são fornecidos ao módulo de limiar Dinâmico 320. O módulo de limiar Dinâmico 320 emite o sinal monocromático de 8 bits GRS cujos cruzamentos de zero forçados representam os locais de bordas nos planos Se-
10 letores. Além disto, o módulo de limiar Dinâmico pode também gerar o sinal de controle binário opcional SEG e o controle de realce de segmentação de 8 bits opcional ENH. O sinal de controle binário opcional SEG proporciona um meio externo (semelhante ao de um comutador de controle dominante) para controlar a operação de segmentação do bloco de Separação FB/BG
15 E8 do módulo de Separação 330 (ver as equações (14) a (20)). O controle de realce de segmentação de 8 bits opcional ENH fornece ao bloco de Separação FB/BG E8 a quantidade de realce a ser aplicado.

O bloco de Lógica de Seletor E6 recebe o sinal Seletor de Cinza de 8 bits GRS a partir do módulo de limiar Dinâmico 320, amostra o mesmo
20 para cima dobrando a resolução, e em seguida limita o mesmo nos cruzamentos de zero para produzir a saída de plano Seletor SEL binária. Para texto de alta qualidade e reprodução de arte de linha, o plano Seletor tipicamente é mantido no dobro da resolução de entrada (472 pontos por centímetro - 1200 pontos por polegada - para uma entrada de 236 pontos por
25 centímetro - 600 pontos por polegada), embora pudesse ser programado para uma proporção ainda maior (em uma implementação, até 8 vezes a resolução de entrada) sob controle por software.

Porém em aplicações que não exigem qualidade muito alta, o plano Seletor poderia estar na mesma resolução que o sinal de entrada
30 DSC. O bloco de Processamento de Borda E7 recebe a saída de plano Seletor de alta resolução SEL e conta o número de pixels ON (ligados) e OFF (desligados) em uma janela de 5x5 (alta resolução) centrada no pixel cor-

rente (baixa resolução) de interesse. O bloco de Processamento de Borda E7 emite o sinal de dois bits SEE. O sinal SEE é fixado em 0 se todos os pixels de entrada dentro da janela de 5x5 estiverem desligados (correspondendo a uma área de Fundo constante de 5x5). Similarmente, o sinal SEE é fixado em 3 se todos os pixels de entrada dentro da janela estiverem ligados (correspondendo a uma área de Frente constante de 3x3). A saída SEE é fixada em 1 ou 2 se a maior parte da janela de 3x3 estiver no Fundo (branco) ou a maior parte estiver na Frente (preto), respectivamente.

O bloco de Separação FB/BG E8 recebe o sinal de fonte de cor integral DSC a ser segmentado, os vetores de mínimo e máximo de cor integral M_n , M_x a partir do bloco Min-Max Dependente E1, o sinal SEE a partir do bloco de Processamento de Borda E7, o sinal de segmentação opcional SEG e o sinal de controle de realce ENH a partir do módulo de limiar Dinâmico 320. O bloco de Separação FB/BG E8 executa a segmentação de MRC para gerar as informações de Frente e de Fundo, e produz duas saídas de cor integral Fgr e Bgr como as estimativas aproximadas dos planos de Frente e de Fundo, respectivamente.

O bloco de Limpeza FG/BG E9 aplica processamento adicional nas estimativas aproximadas de Frente e de Fundo Fgr e Bgr para gerar as saídas finais de Frente e de Fundo FG e BG. Este processamento adicional serve para estender um pouco os valores para detectar e sinalizar além dos bordos, e encher com valores apropriados os pixels indefinidos nos planos de Frente e de Fundo. O objetivo deste processamento é impedir o aparecimento de artefatos que possam resultar de uma amostragem e compressão JPEG subseqüentes, e encher os pixels ainda indefinidos com valores que resultem em uma boa taxa de compressão JPEG.

Uma lógica adicional dentro do bloco de Limpeza FG/BG E9 (ver o bloco marcador de subjanela ("Tile Tag") F7 da fig. 14) também monitora os valores de saída de azulejos que são quase inteiramente pretos ou quais inteiramente brancos. Em vez de codificar a saída a partir de tais azulejos para o arquivo de saída, um marcador de azulejo especial é usado e referenciado sempre que for detectado um tal azulejo. Isto aumenta a taxa de

compressão global pela eliminação da necessidade de codificar repetidamente os azulejos comuns inteiramente pretos ou inteiramente brancos.

A seguir serão discutidos em detalhe os blocos incluídos no módulo Min-Max 310.

5 O bloco Min-Max Dependente E1 procura os valores máximos e mínimos do componente de luminância L em uma janela de 5x5 centrada no pixel corrente de interesse, e emite os valores de cor integral (luminância e crominância) nestes locais. É denominado Min-Max Dependente para indicar que busca apenas o mínimo e o máximo de um único componente, que é a
10 luminância L, e não de todos os três componentes do sinal de imagem DSC. Uma vez encontrados os locais da luminância mínima e máxima, os componentes de croma (a, b) nestes locais também são emitidos.

O bloco Min-Max Dependente E1 emite dois vetores de sinais de cor integral (L, a, b) $M_n = (L_{Mn}, a_{Mn}, b_{Mn})$ e $M_x = (L_{Mx}, a_{Mx}, b_{Mx})$, correspondentes aos valores mínimo e máximo na janela de 5x5, respectivamente. As
15 saídas M_n e M_x estão na mesma taxa de pixels que o sinal de entrada DSC.

A figura 4 ilustra a operação do bloco Min-Max Dependente E1. O conteúdo dos dados de luminância DSC é primeiro procurado em uma janela de luminância de 5x5 centrada no pixel corrente de interesse a fim de
20 encontrar as localizações com os menores e maiores valores de L. Se os valores mínimo ou máximo de L não forem únicos (ou seja, se existir mais de um local que possui o mesmo valor mínimo ou máximo), é usada a localização encontrada primeiro. A saída deste processo de busca é um par único (L_{Mn}, L_{Mx}) dos valores mínimo ou máximo de L, assim como da sua localização
25 relativa dentro da janela de 5x5.

O bloco Min-Max Dependente E1 em seguida utiliza a informação de localização relativa para indexar os componentes de croma (a, b) correspondentes nas duas janelas de croma de 5x5 correspondentes, e recupera os valores de croma nestes locais. Conseqüentemente, a localização
30 relativa do valor máximo de L, L_{Mx} é usada para endereçar as janelas de croma de 5x5 e recuperar o par de croma (a_{Mx}, b_{Mx}) neste local. Em conjunto, o trio (L_{Mx}, a_{Mx}, b_{Mx}) forma a saída M_x a partir do bloco Min-Max Depen-

dente E1. Similarmente, a localização relativa do valor mínimo de L , L_{Mn} , é usada para endereçar as janelas de croma de 5×5 e recuperar o par de croma (a_{Mn}, b_{Mn}) neste local. O trio (L_{Mn}, a_{Mn}, b_{Mn}) forma a saída Mn a partir do bloco Min-Max Dependente E1.

5 A implementação do bloco Min-Max Dependente E1 pode ser muito acelerada aproveitando a natureza seqüencial da operação e o tipo de operações (min-max) que está sendo executado. Por exemplo, como a operação é avançada até o pixel subsequente, os valores extremos (ou sejam, máximo e mínimo) e os locais correspondentes para o pixel anterior já são conhecidos. Como a janela de 5×5 corrente se superpõe bastante à janela anterior, acompanhando o conteúdo de janela anterior, o bloco Min-Max Dependente E1 precisa separar apenas as colunas mais novas e mais antigas de 5×1 de valores L em qualquer dos lados da janela anterior. A área central de 3×5 é comum à janela anterior e à janela corrente, e os novos locais de endereço dos valores de mínimo e de máximo anteriores na janela anterior estão com um desvio de 1 na direção de exploração rápida em relação aos locais anteriores. O mínimo e o máximo anteriores são comparados com valores na coluna mais nova de valores L para produzir os novos valores de máximo e de mínimo de L .

20 A figura 5 ilustra o bloco de Subamostra Min-Max Dependente E2. O bloco E2 recebe o sinal de entrada de cor integral (L, a, b) DSC e produz duas saídas de mínimo e de máximo subamostradas, de cor integral, 502 e 504. O bloco E2 procura os valores mínimo e máximo de luminância em janelas de 8×8 não-superpostas. Os locais dos valores mínimo e máximo de luminância são então utilizados para indexar as janelas de croma e recuperar os valores de croma correspondentes nestes locais.

30 Mediante o emprego de janelas de 8×8 não-superpostas, a operação do bloco de Subamostra Min-Max Dependente E2 realiza uma subamostragem eficaz das saídas min e max (que teriam sido produzidas se tivesse sido usada uma janela deslizante em vez de janelas não-superpostas) de um fator igual a 8 em cada direção, deste modo reduzindo a taxa de dados de saída global de um fator de 64.

A saída mínima 504 corresponde ao trio (L_{MIN} , a_{MIN} , b_{MIN}) formado pelo valor de luminância mínimo L_{MIN} do sinal de entrada DSC dentro da janela de 8x8 que contém o pixel corrente de interesse, e os valores de croma correspondentes (a , b), (a_{MIN} , b_{MIN}), neste local de luminância mínima.

5 Similarmente, a saída máxima 502 corresponde ao trio (L_{MAX} , a_{MAX} , b_{MAX}) formado pelo valor de luminância máximo L_{MAX} do sinal de entrada DSC dentro da janela de 8x8 que contém o pixel corrente de interesse, e os valores de croma correspondentes (a , b), (a_{MAX} , b_{MAX}), neste local de luminância máxima. Se os valores mínimo ou máximo de luminância não forem únicos

10 (ou seja, se existir mais de um local que possui os mesmos valores máximo ou mínimo), é usada a localização primeiro encontrada.

A operação de subamostragem é obtida pelo avanço da posição de pixel corrente de 8 na direção de exploração rápida (e também, ao atingir o fim de uma linha, de 8 linhas na direção de exploração lenta) para manter

15 a condição de janelas não-superpostas.

O fator de redução (em cada direção) de 8 vezes (abreviado para 8x) do bloco de Subamostra Min-Max Dependente E2 é projetado de acordo com a quantidade de subamostragem desejada para os planos de Frente e de Fundo (normalmente um fator de subamostragem de 2). Para

20 qualidade de imagem de saída maior (como no caso com uma imagem de entrada PDL limpa, por exemplo), pode ser vantajoso não subamostrar, de forma alguma, as saídas de Frente e de Fundo. Neste caso, uma quantidade menor de fator de subamostragem (por exemplo, apenas 4x) deverá ser aplicada, em vez do fator 8x acima. Para aplicar um fator de subamostragem

25 de 4 (para cada direção), são usadas janelas não-superpostas de 4x4.

O bloco de Subamostra Min-Max Dependente E2 é usado junto com duas Unidades Min e Max Dependentes E3 e E4 para produzir uma análise Min-Max semelhante a do bloco Min-Max Dependente E1, porém abrangendo um contexto de área muito maior (72x72 pixels em comparação

30 com 5x5 pixels) e uma resolução mais grosseira a fim de reduzir a largura de banda global.

A figura 6 ilustra as funções do bloco de Max Dependente E3 e

do bloco de Min Dependente E4 usados em uma modalidade do sistema da presente invenção.

O bloco de Max Dependente E3 recebe a saída máxima dependente de cor integral 502 a partir do bloco de Subamostra Min-Max Dependente E2, busca o conteúdo dos dados de luminância no sinal 502 em uma janela de luminância de 9x9 centrada no pixel corrente de interesse para encontrar a localização do valor de L máximo. Se o valor de L máximo não for único (ou seja, se existir mais de um local que possui o mesmo valor máximo), é usada a localização encontrada primeiro. A saída deste processo de busca é o valor máximo L_{MX} , assim como a sua localização relativa dentro da janela de 9x9.

O bloco de Max Dependente E3 em seguida usa a informação de localização relativa de L_{MX} para indexar os componentes de croma (a, b) correspondentes nas duas janelas de croma de 9x9 correspondentes e recuperar os valores de croma correspondentes neste local. Conseqüentemente, a localização relativa do valor máximo de L, L_{MX} é usada para endereçar as janelas de croma de 9x9 e recuperar o par de croma (a_{MX} , b_{MX}) neste local (conforme mostra a figura 6). O trio (L_{MX} , a_{MX} , b_{MX}) forma a saída MX do bloco de Max Dependente E3.

O bloco de Min Dependente E4 recebe a saída mínima dependente de cor integral 504 a partir do bloco de Subamostra Min-Max Dependente E2, busca o conteúdo dos dados de luminância no sinal 504 em uma janela de luminância de 9x9 centrada no pixel corrente de interesse para encontrar a localização do valor de L mínimo. Se o valor de L mínimo não for único (ou seja, se existir mais de um local que possui o mesmo valor mínimo), é usada a localização encontrada primeiro. A saída deste processo de busca é o valor mínimo L_{MN} , assim como a sua localização relativa dentro da janela de 9x9.

O bloco de Min Dependente E4 em seguida usa a informação de localização relativa de L_{MN} para indexar os componentes de croma (a, b) correspondentes nas duas janelas de croma de 9x9 correspondentes e recuperar os valores de croma correspondentes neste local. Conseqüentemente, a

localização relativa do valor mínimo de L , L_{MN} , é usada para endereçar as janelas de croma de 9×9 e recuperar o par de croma (a_{MN}, b_{MN}) neste local (conforme mostra a figura 6). O trio (L_{MN}, a_{MN}, b_{MN}) forma a saída MN do bloco de Min Dependente E4.

5 Mediante o emprego do bloco de Min Dependente E4 na saída mínima dependente 504 do bloco de Subamostra Min-Max Dependente E2, a operação mínima dependente é efetivamente estendida por uma área maior a fim de prover uma análise de mínimo dependente (o MN é o mínimo dos mínimos recebidos do bloco E2). Similarmente, o bloco de Max Dependente
10 provê efetivamente uma análise de máximo dependente (o MX é o máximo dos máximos recebidos do bloco E2). Como ambas as entradas 502 e 504 já estão subamostradas de um fator de 8 em cada direção (em comparação com a resolução de pixel original da imagem de entrada DSC), a área de janela equivalente para cada um do mínimo MN e máximo MX dependentes
15 é de 72×72 pixels na resolução de pixel original.

O módulo de limiar Dinâmico 320 aplica limitação adaptativa ao sinal de fonte que chega, DSC, para gerar uma saída de sinal cinza monocromático de 8 bits GRS, cujos cruzamentos de zero representam os bordas no plano Seletor. O módulo de limiar Dinâmico 320 utiliza os dois conjuntos de valores
20 min/max (M_n, M_x) e (MN, MX) a partir das janelas de resolução fina de 5×5 e grosseira de 9×9 , e pode receber também os sinais de estimativa de Peso de Retícula HTW e Super Blur de cor integral BLR_A quando estão disponíveis. O módulo de limiar Dinâmico 320 produz o sinal seletor cinza GRS, o sinal de segmentação binário SEG e um sinal de 8 bits ENH, que é usado para
25 comunicar a quantidade de realce de segmentação a aplicar no bloco de Separação FB/BG E8.

A figura 7 ilustra as três escolhas disponíveis de área de contexto: a área de Pixel Único, que é a área do pixel corrente de interesse, a janela de Alta Resolução de 5×5 W1, e a janela de Resolução Grosseira de
30 9×9 W2. Convém lembrar que o contexto de janela de 9×9 W2 corresponde a uma janela de 72×72 pixels subamostrada por 8 em cada direção. Cada quadrado (pixel) na janela de Resolução Grosseira de 9×9 W2 representa

um extremo em uma janela de 8x8 pixels originais (ou sejam, pixels na resolução de pixel original). O módulo de limiar Dinâmico 320 usa estas três áreas de contexto predefinidas no processo de determinar o sinal seletor cinza GRS.

5 A área de Pixel Único (pixel corrente) é usada quando não existe atividade de contraste (descrita abaixo) tanto na janela de 5x5 W1 como na janela de 9x9 W2, e neste caso a luminância do sinal que chega DSC é meramente submetida a uma função limite e os componentes de croma (a, b) não são usados. Em caso contrário, as áreas de Alta Resolução de 5x5 e de
10 Resolução Grosseira de 9x9 são usadas em combinação para rastrear e segmentar o sinal que chega DSC em função do nível de atividade nas janelas. Atividade na janela de 5x5 indica a presença de uma borda de imagem nesta janela. Atividade na janela de 9x9 indica que uma borda está ou se aproximando da janela pequena ou deixando a janela pequena. Conseqüentemente, a janela grande de 9x9 serve como uma característica de antecipação. Também fornece um histórico de onde a borda esteve. Isto permite o ajuste apropriado do sinal SEE (a ser descrito posteriormente). A janela grande de 9x9 poderia ser substituída por outra modalidade que possua os mesmos objetivos. A operação de rastreamento e segmentação do sinal
15 que chega DSC baseada no nível de atividade das janelas será descrita abaixo.

A figura 8 mostra um diagrama de blocos de uma modalidade 800 do módulo de limiar Dinâmico 320. A modalidade 800 compreende três blocos lógicos 810, 820, 830, e um módulo de decisão 840.

25 Os três blocos lógicos 810, 820, 830 correspondem às três janelas de contexto possíveis mostradas na figura 7, ou seja, a área de Pixel Único, a janela de Alta Resolução de 5x5 W1, e a janela de Resolução Grosseira de 9x9 W2, respectivamente.

O multiplexador MUX pode selecionar e passar uma destas saídas como o sinal de saída GRS final. A seleção pode ser comutada em uma base de pixel por pixel em função do sinal de 2 bits SEL. O código de seleção real para cada uma das entradas é mostrado na figura 8 à direita das
30

setas de entrada.

Para o caso de um contexto de Pixel Único, o componente de luminância do sinal que chega DSC é apenas forçado mediante a subtração do mesmo de uma constante de 8 bits predeterminada THR, usando o somador 815. O valor de THR é armazenado em um registro programável de modo que possa ser ajustado para acomodar a calibragem de sensor. Para um sinal que chega DSC idealmente balanceado que cobre a faixa completa de luminância de 8 bits, a THR normalmente seria fixada em $THR = 128$ a fim de forçar a luminância de DSC de tal modo que o sinal de saída GRS possua uma média zero e o sinal que chega seja limitado na metade do caminho de travessia. No entanto, o limiar visual pode muito bem ser enviesado em afastamento do centro devido à resposta logarítmica do sistema visual humano.

Além disto, a resposta de scanner pode variar pela faixa dinâmica, ou pode até deixar de cobrir a faixa completa de 8 bits. Por exemplo, o valor de luminância de pico é determinado pela refletância de meio mais brilhante, e a corrente escura do sensor determina a saída a níveis baixos de luz. O valor de registro de limiar THR pode ser ajustado apropriadamente em vista das considerações acima e conjugar melhor a resposta GRS desejada. De qualquer maneira, para este desvio é usado apenas o componente de luminância do sinal que chega DSC.

O bloco lógico 820 é usado para endereçar o contexto de janela de Resolução Grosseira de 9×9 W2 mostrado na figura 7. As entradas do bloco lógico 820 são o valor mínimo grosseiro de cor integral MN e o valor máximo MX dos blocos Max e Min Dependentes E3 e E4, respectivamente. Vale lembrar que estes valores foram gerados por subamostragem das saídas do bloco Min-Max Dependente E1 de um fator de 8 em ambas as direções, seguida por busca do mínimo e máximo (ou seja, o mínimo dos mínimos e o máximo dos máximos) por uma janela de 9×9 . A operação do bloco lógico 820 é equivalente a executar o produto de pontos graduado dos seguintes dois vetores X e Y:

$$\text{saída 828} = \langle X, Y \rangle; \quad (1)$$

em que $\langle X, Y \rangle$ é o produto de pontos graduado dos dois vetores X e Y:

$$\langle X, Y \rangle = (X_L, X_a, X_b) (Y_L, Y_a, Y_b)^t = X_L Y_L + X_a Y_a + X_b Y_b; \quad (2)$$

em que

$$\mathbf{X} = \mathbf{MX} - \mathbf{MN} = \begin{bmatrix} \mathbf{L}_{MX} - \mathbf{L}_{MN} \\ \mathbf{a}_{MX} - \mathbf{a}_{MN} \\ \mathbf{b}_{MX} - \mathbf{b}_{MN} \end{bmatrix}; \quad (3)$$

e

$$\mathbf{Y} = \mathbf{DSC} - (\mathbf{MX} + \mathbf{MN})/2 = \begin{bmatrix} \mathbf{L} - (\mathbf{L}_{MX} + \mathbf{L}_{MN})/2 \\ \mathbf{a} - (\mathbf{a}_{MX} + \mathbf{a}_{MN})/2 \\ \mathbf{b} - (\mathbf{b}_{MX} + \mathbf{b}_{MN})/2 \end{bmatrix}; \quad (4)$$

Os valores (L, a, b) da equação (4) são os componentes de cor correspondentes do sinal que chega DSC. O vetor X na equação (3) é a diferença vetorial entre o valor máximo MX e o valor mínimo MN. O vetor Y na equação (4) é o sinal que chega DSC menos a média entre os valores mínimo MN e máximo MX, a média sendo o ponto do meio 3D entre MN e MX. Tomando o produto de pontos graduado destes dois vetores, a saída é proporcional à distância relativa a partir do plano perpendicular ao vetor X e cruza o mesmo na metade do caminho. Como a informação procurada é o local do cruzamento de zero, a grandeza precisa do produto de pontos não é necessária. Conseqüentemente, o resultado é dividido por um fator arbitrário de 256 (desvio para a direita de 8) a fim de graduar o mesmo de volta para se encaixar na faixa de 8 bits.

Entretanto, como a saída do bloco lógico 820 (para o multiplexador 848) pode ainda ocasionalmente transbordar da faixa de 8 bits (de um fator de aproximadamente 3, ou 1,5 bits), pode ser usada lógica adicional para limitar a saída do bloco lógico 820 a 255, caso fique maior que 255.

Uma medição escalar para a grandeza de contraste global X_9 dentro da janela de 9x9 de resolução grosseira é gerada somando entre si os valores absolutos dos três componentes do vetor X dentro do bloco de soma 829:

$$X_9 = L_X + |a_X| + |b_X| = L_{MX} - L_{MN} + |a_{MX} - a_{MN}| + |b_{MX} - b_{MN}|; \quad (5)$$

Com referência à equação (5), não há necessidade de tomar o

valor absoluto do componente de luminância L , já que L está limitado à faixa positiva $[0..255]$. A implementação das equações (1) a (5) para o bloco lógico 820 é direta. Com referência ao bloco lógico 820 na fig. 8, os dois primeiros somadores 821, 823 efetuam o vetor soma e diferença dos 3×1 sinais de entrada MX , MN na base de componente por componente. O somador 821 que manipula a soma também divide o resultado por 2 (deslocando-o para a direita de 1 posição) para obter a média, conforme indicado pelo símbolo $\Sigma/2$. O somador 823 emite a diferença vetorial X (definida na equação (3)) para o bloco 829. O bloco 829 calcula a soma de valores absolutos dos três componentes do vetor X e gera a grandeza de contraste X_9 . O somador 825 calcula o vetor Y na equação (4) efetuando a diferença vetorial entre o sinal de entrada DSC e a saída do somador 821. Os componentes vetoriais X e Y são em seguida multiplicados e somados entre si, elemento por elemento, a fim de formar o produto de pontos no bloco de produto de pontos 827. A saída 828 do bloco 827 é descrita pelas equações (1) e (2).

A figura 16 é uma ilustração gráfica das equações (1) a (4). Na figura 16, supõe-se que a origem do espaço tridimensional seja o lado esquerdo, conforme mostrado. Os vetores MX , MN representam os pontos tridimensionais MX e MN , respectivamente. O pixel de imagem corrente é representado pelo vetor DSC . Conforme mostrado, o vetor $X = (MX - MN)$ e o vetor Y resultam de operações vetoriais de acordo com as equações (3) e (4). O valor d_1 representa o resultado de tomar o produto de pontos de X e Y . Este valor é a projeção de Y sobre X . Este valor também indica a distância e "direção" do ponto representado pelo vetor Y em relação ao plano P_1 . O plano P_1 é perpendicular ao vetor $X = MX - MN$ no meio de X . Por "direção" do ponto representado pelo vetor Y , pretende-se indicar se este ponto está acima ou abaixo do plano P_1 . O plano P_1 representa o plano limite. O valor indicador d_1 indica se, após fixação do limite, o pixel de imagem corrente DSC está acima ou abaixo do plano limite, ou seja, se está mais perto de MX ou de MN , e de quanto. Este valor indicador d_1 possibilita que seja tomada uma decisão quanto à segmentação do pixel corrente. Por exemplo, se o pixel limitado está muito próximo de MX (respectivamente, MN), pode

ser tomada uma decisão para incluir o pixel corrente no plano de Frente (respectivamente, o plano de Fundo). Se o pixel limitado está muito próximo do plano limite, pode ser tomada uma decisão para incluir o pixel corrente em ambos os planos de Frente e de Fundo.

5 Com referência à figura 8, o bloco lógico 830 é usado para endereçar o contexto de janela de alta resolução de 5x5 W1 mostrado na figura 7. As entradas para o bloco lógico 830 são os valores mínimo e máximo de cor integral Mn, Mx do módulo Min-Max Dependente E1. A operação do bloco lógico 830, na formação de um produto de pontos graduado, é semelhante
10 ao bloco lógico 820 descrito acima.

A operação do bloco lógico 830 é equivalente a efetuar o produto de pontos graduado dos dois vetores seguintes:

$$\text{saída 838} = \langle X', Y' \rangle; \quad (6)$$

em que $\langle X', Y' \rangle$ é o produto de pontos graduado dos dois vetores X' e Y':

$$15 \langle X', Y' \rangle = (X_L', X_a', X_b') (Y_L', Y_a', Y_b')^t = X_L' Y_L' + X_a' Y_a' + X_b' Y_b'; \quad (7)$$

em que

$$X' = Mx - Mn = \begin{bmatrix} L_{Mx} - L_{Mn} \\ a_{Mx} - a_{Mn} \\ b_{Mx} - b_{Mn} \end{bmatrix}; \quad (8)$$

e

$$Y' = DSC - [BLR_A + (Mx + Mn)/2]/2 = \begin{bmatrix} L - [L_A + (L_{Mx} + L_{Mn})/2]/2 \\ a - [a_A + (a_{Mx} + a_{Mn})/2]/2 \\ b - [b_A + (b_{Mx} + b_{Mn})/2]/2 \end{bmatrix}; \quad (9)$$

Os valores (L, a, b) da equação (9) são os componentes de cor correspondentes do sinal que chega DSC. O vetor X' na equação (8) é a diferença vetorial entre o valor máximo Mx e o valor mínimo Mn. O vetor Y' na
20 equação (9) é o sinal que chega DSC menos a média entre os valores mínimo Mn e máximo Mx, a média sendo o ponto do meio 3D entre Mn e Mx. Tomando o produto de pontos graduado destes dois vetores, a saída é proporcional à distância relativa a partir do plano perpendicular ao vetor X' e cruza o mesmo na metade do caminho. Como a informação procurada é o
25 local do cruzamento de zero, a grandeza precisa do produto de pontos não é

necessária. Conseqüentemente, o resultado é dividido por um fator arbitrário de 256 (desvio para a direita de 8) a fim de graduar o mesmo de volta para se encaixar na faixa de 8 bits.

Entretanto, como a saída do bloco lógico 830 (para o multiplexador 848) pode ainda ocasionalmente transbordar da faixa de 8 bits (de um fator de aproximadamente 3, ou 1,5 bits), pode ser usada lógica adicional para limitar a saída do bloco lógico 830 a 255, caso fique maior que 255.

Uma medição escalar para a grandeza de contraste global X_5 dentro da janela de 5×5 de resolução fina W_1 (figura 7) é gerada somando entre si os valores absolutos dos três componentes do vetor X' dentro do bloco de soma 839:

$$X_5 = L_{X'} + |a_{X'}| + |b_{X'}| = L_{Mx} - L_{Mn} + |a_{Mx} - a_{Mn}| + |b_{Mx} - b_{Mn}|; \quad (10)$$

Com referência à equação (10), não há necessidade de tomar o valor absoluto do componente de luminância L , já que L está limitado à faixa positiva $[0..255]$. A implementação das equações (6) a (10) para o bloco lógico 830 é direta. Com referência ao bloco lógico 830 na fig. 8, os dois primeiros somadores 831, 833 efetuam o vetor soma e diferença dos 3×1 sinais de entrada M_x , M_n na base de componente por componente. O somador 831 que manipula a soma também divide o resultado por 2 (deslocando-o para a direita de 1 posição) para obter a média, conforme indicado pelo símbolo $\Sigma/2$. O somador 833 emite a diferença vetorial X' (definida na equação (8)) para o bloco 839. O bloco 839 calcula a soma de valores absolutos dos três componentes do vetor X' e gera a grandeza de contraste X_5 . O somador 834 soma o sinal vetorial BLR_A à saída vetorial do somador 831 e divide o resultado por 2. O somador 835 calcula o vetor Y' na equação (9) efetuando a diferença vetorial entre o sinal de entrada DSC e a saída do somador 834. Os componentes vetoriais X' e Y' são, em seguida, multiplicados e somados entre si, elemento por elemento, a fim de formar o produto de pontos no bloco de produto de pontos 837. A saída do bloco 837 é descrita pelas equações (6) e (7).

É importante notar que a arquitetura do bloco lógico 830 difere daquela do bloco lógico 820 pelo fato de possuir a característica adicional de

forçar o limite, que realça linhas finas escuras ou claras "cutucando" o limite em direção ao sinal de referência Super Blur $BLR_A = (L_A, a_A, b_A)$ quando BLR_A está disponível. Isto é realizado tomando a média do sinal Super Blur BLR_A com os valores M_x e M_n tomados na média, para formar o vetor Y' alternativo, conforme mostra a equação (9).

A figura 17 é uma ilustração gráfica das equações (6) a (9). Na figura 17, supõe-se que a origem do espaço tridimensional seja o lado esquerdo, conforme mostrado. Os vetores M_x , M_n representam os pontos tridimensionais M_x e M_n , respectivamente. O pixel de imagem corrente é representado pelo vetor DSC . O sinal de referência Super Blur BLR_A é representado pelo vetor BLR_A . Conforme mostrado, o vetor $X' = (M_x - M_n)$ e o vetor Y' resultam de operações vetoriais de acordo com as equações (8) e (9). O valor d_2 representa o resultado de tomar o produto de pontos de X' e Y' . Este valor é a projeção de Y' sobre X' . Este valor também indica a distância e "direção" do ponto representado pelo vetor Y' em relação ao plano P_2 . O plano P_2 é perpendicular ao vetor $X = M_x - M_n$ em um local afastado de uma pequena distância do ponto do meio. Esta distância representa a característica adicional de forçar o limite, discutida no parágrafo anterior. Por "direção" do ponto representado pelo vetor Y' , pretende-se indicar se este ponto está acima ou abaixo do plano P_2 . O plano P_2 representa o plano limite. O valor indicador d_2 indica se, após fixação do limite, o pixel de imagem corrente DSC está acima ou abaixo do plano limite, ou seja, se está mais perto de M_x ou de M_n , e de quanto. Este valor indicador d_2 possibilita que seja tomada uma decisão quanto à segmentação do pixel corrente. Por exemplo, se o pixel limitado está muito próximo de M_x (respectivamente, M_n), pode ser tomada uma decisão para incluir o pixel corrente no plano de Frente (respectivamente, o plano de Fundo). Se o pixel limitado está muito próximo do plano limite, pode ser tomada uma decisão para incluir o pixel corrente em ambos os planos de Frente e de Fundo.

Com referência à figura 8, o bloco de decisão 840 recebe a saída 818 do bloco lógico 810, a saída 828 e a saída de grandeza de contraste X_9 a partir do bloco lógico 820, a saída 838 e a saída de grandeza de con-

traste X_5 a partir do bloco lógico 830.

O bloco de decisão 840 compreende uma lógica de comparador 846, um multiplexador 848, um bloco de codificação de realce 850 e um comparador 852. O bloco de decisão 840 compreende ainda dois blocos de
 5 função linear por segmentos, parametrizados, 842 e 844, para processar o sinal de peso de retícula HTW quando estiver disponível a partir de um sistema de descreen.

A lógica de comparador 846 recebe as saídas de grandeza de contraste X_5 e X_9 , emite o sinal de seleção SEL para controlar a saída GRS
 10 do multiplexador 848, e emite o sinal de habilitação ENA para controlar o sinal de realce ENH da lógica de realce 850. A lógica de comparador 846 pode também usar a estimativa de frequência de Peso de Retícula de 8 bits HTW, quando estiver disponível, a partir de um sistema de descreen, após a estimativa HTW ter passado pelo bloco de função linear por segmentos, pa-
 15 rametrizado, 842.

Cumprir notar que, por definição das operações min-max descritas anteriormente, a grandeza de contraste da janela de 9x9 (subamostra-
 da), maior, W_2 , deve ser igual ou maior que a grandeza de contraste da janela de 5x5, menor, de alta resolução W_1 . Em outras palavras:

$$20 \quad X_9 \geq X_5; \quad (11)$$

Isto se prende ao fato de que, para uma janela maior que inclui uma outra menor, o máximo pode apenas ser maior e o mínimo menor que aqueles da janela menor. Além disto, à medida que a segmentação prossegue de um pixel para o seguinte (na direção de exploração rápida), o valor
 25 de contraste X_9 permanece o mesmo para 8 pixels consecutivos até que o pixel seguinte cruze os limites da janela de 8x8 e penetre na janela não-superposta seguinte. O valor de contraste X_5 , por outro lado, pode mudar na base de pixel a pixel. Este comportamento é devido à subamostragem de 8x executada pelo bloco de Subamostra Min-Max Dependente E2.

30 A figura 9 mostra o diagrama de blocos de uma modalidade da lógica de comparador 846. As duas medições de grandeza de contraste X_5 e X_9 são comparadas com o sinal STH, através de comparadores 904, 902,

respectivamente, para gerar os bits de seleção SEL0 e SEL1, respectivamente. Os bits SEL0 e SEL1 formam o sinal de seleção de 2 bits SELECT. Se o peso de retícula HTW estiver disponível, o HTW é conduzido através do bloco de função linear por segmentos 842 para produzir STH. Em caso
5 contrário, STH é fixado em um valor predeterminado. Os dois bits SEL0 e SEL1 são em seguida combinados em conjunto por uma porta E 906 para gerar o sinal de habilitação de realce de 1 bit ENA.

A figura 10 mostra a Tabela Verdade para a lógica de comparador. Se a medição de contraste X_9 da janela maior de 9x9 (subamostrada)
10 W2 for menor que STH, então, independentemente da medição de contraste X_5 da janela menor de 5x5 W1, o bit SEL1 é liberado e o sinal SELECT é ou 0 ou 1. Isto faz com que o multiplexador 848 selecione a saída de contexto de Pixel Único 818 (figura 8). Se, todavia, houver alguma atividade na janela maior de 9x9 W2, porém não dentro da janela menor de 5x5 W1, o sinal SE-
15 LECT é fixado em 2 (binário "10"). Isto faz com que o multiplexador 848 selecione a saída 828 no bloco lógico 820. Se ambas as janelas mostrarem uma grandeza de contraste significativa, o sinal SELECT é fixado em 3, resultando na seleção pelo multiplexador 848 da saída 838 do bloco lógico 830
20 (correspondendo à janela de alta resolução de 5x5). Além disto, quando o sinal SELECT é 3, o sinal de habilitação binário ENA é ligado. O sinal ENA é usado para possibilitar que o bloco de realce 850 emita o sinal de realce de segmentação ENH.

Com referência à figura 8, o bloco de codificação de realce 850 também usa uma função linear da estimativa de frequência de Peso de Retí-
25 cula HTW para produzir o sinal ENH que controla a quantidade de realce de segmentação a ser aplicado no bloco de Separação FB/BG E8 (figura 3). O sinal HTW é fornecido ao bloco de função linear por segmentos, parametrizado, 844 que aplica uma função linear por segmentos EEN ao sinal HTW, e emite o sinal resultante para o bloco de codificação de realce 850. O sinal de
30 habilitação de realce binário ENA proveniente da lógica de comparador 846 é usado para comutar (ou seja, habilitar) o sinal de realce de ENH da maneira indicada a seguir. Se $ENA = 1$, então o sinal de saída do bloco 844 é con-

duzido para a saída ENH; em caso contrário, todos os bits de ENH são forçados para zero (desativados). O sinal de saída de ENH de 8 bits informa a quantidade de realce de segmentação a ser aplicado no bloco de Separação FG/BG E8.

5 Com referência à figura 8, o comparador 852 compara o peso de retícula opcional HTW com um limiar predefinido THR_{SEG} e gera o sinal binário opcional SEG. O sinal binário opcional SEG proporciona um meio de controlar a função de segmentação do bloco de Separação FG/BG E8. O sinal binário SEG é ligado quando HTW é maior que THR_{SEG} . Quando SEG
10 está ligado, a segmentação no bloco de Separação FG/BG E8 é efetuada de acordo com as equações (14), (15), (16), (17). O sinal binário SEG é desligado quando HTW é menor ou igual a THR_{SEG} . Quando SEG está desligado, a segmentação no bloco de Separação FG/BG E8 é efetuada de acordo com as equações (18), (19), (20). O valor do THR_{SEG} de 8 bits pode ser progra-
15 mável através de um registro.

Com referência à figura 3, o bloco de Lógica de Seletor E6 converte a entrada de seletor de escala cinza de 8 bits GRS para a saída de plano Seletor binária SEL que poderia estar em uma resolução diferente em relação ao sinal de imagem de entrada DSC. Para texto de alta qualidade e
20 arte de linha, a saída de Seletor binária SEL tipicamente é mantida a uma segmentação maior do que os planos de Frente e de Fundo. Por exemplo, a modalidade 300 usa o dobro da segmentação, de modo que, para um scanner padrão de 236 pontos por centímetro (600 pontos por polegada), a segmentação de saída do sinal SEL binário normalmente é fixada em 472 pon-
25 tos por centímetro (1200 pontos por polegada). O bloco de Lógica de Seletor E6 interpola a entrada de seletor de escala cinza GRS para a segmentação mais alta, e fixa o limite do sinal interpolado resultante para gerar a saída binária SEL que forma o plano Seletor.

A figura 11 mostra o diagrama de blocos do bloco de Lógica de Seletor E6. O bloco de Lógica de Seletor E6 compreende um interpolador
30 1102 e um comparador 1104. O interpolador 1102 interpola o sinal de entrada de seletor cinza de 8 bits GRS no domínio cinza usando um esquema de

interpolação bilinear bidimensional. O fator de interpolação pode ser programável sob controle por software. Na modalidade 1102 mostrada na figura 11 (e na figura 3), o fator de interpolação é fixado no ajuste padrão de 2x. A saída do interpolador 1102 é fornecida ao comparador 1104, que estabelece o seu limite contra um valor TSL, e emite a saída binária resultante como o

5 o sinal Seletor SEL. O valor do limiar TSL é armazenado em um registro programável de modo que possa ser trocado de uma página de um documento para outra. Para um sinal seletor cinza sinalizado GRS ideal que cobre toda a faixa de luminância de 8 bits, o valor TSL normalmente seria fixado no

10 ponto do meio $TSL = 0$ para fixar o limite do sinal que chega na metade do caminho transversalmente. No entanto, conforme explicado anteriormente para o sinal THR no bloco 810 (figura 8), o valor TSL real pode ser fixado diferentemente a fim de compensar a faixa dinâmica real do sensor de scanner e/ou as propriedades do sistema visual humano.

15 Cumpre notar que, para o fator de interpolação de 2x corrente, a taxa de dados de saída SEL binária é duas vezes mais rápida que o sinal de imagem DSC em cada direção. Isto significa que, para cada amostra de entrada GRS de 8 bits, o bloco de Lógica de Seletor E6 produz quatro amostras de saída binária SEL.

20 É importante observar que é usada uma notação de vetor para a saída SEL a fim de indicar a resolução de saída mais alta. Enquanto a saída SEL ainda é considerada como sendo binária (ou seja, supondo apenas os valores ou de 0 ou de 1), cada entrada GRS que chega gera quatro bits de Seletor na saída (supondo o fator de interpolação normal de 2x). A taxa de

25 dados de saída é a metade da taxa de entrada, já que um valor de 8 bits é convertido para quatro valores de 1 bit.

Com referência à figura 3, o bloco de Processamento de Borda E7 recebe a saída de Seletor de alta resolução SEL e conta o número de pixels ligados e desligados em uma janela de alta resolução de 5x5 centrada

30 no pixel corrente de interesse. O bloco de Processamento de Borda E7 emite o sinal de dois bits SEE. O sinal SEE é fixado em 0 se todos os pixels de entrada dentro da janela forem 0 (correspondendo a uma área de Fundo

de resolução de entrada original de 3x3 constante). Além disto, a saída SEE é fixada ou em 1 ou em 2 se o conteúdo da janela de 3x3 for predominantemente de Fundo (branco) ou predominantemente de Frente (preto), respectivamente.

5 A figura 12 ilustra a função do bloco de Processamento de Borda E7. A operação do bloco E7 é indicada a seguir. O bloco de Processamento de Borda recebe como entrada o sinal Seletor binário SEL, que está em uma resolução mais alta (normalmente de 2x) em relação ao sinal de imagem de fonte DSC. O bloco de Processamento de Borda E7 mantém uma janela de contexto de pixel de 3x3 W3 (na resolução de entrada original) centrada no pixel corrente de interesse. Como o sinal Seletor SEL está no dobro da resolução original, cada um dos elementos na janela de pixel de 3x3 W3 contém quatro das amostras SEL binárias de alta resolução, conforme mostra a figura 12. As linhas mais grossas representam a resolução DSC original, que
10 corresponde a uma janela de contexto de pixel de 6x6 no domínio de alta resolução. Entretanto, é usado apenas o conteúdo de pontos da área de pixel de alta resolução de 5x5 W4 (mostrada em linhas tracejadas); a área entre W3 e W4 é excluída do processamento de borda.

 O contexto de alta resolução de 5x5 W4 é projetado para "detectar" bordas potenciais na proximidade do pixel corrente de interesse. O
20 padrão de janela W4 usa um contexto integral de 2 pixels de alta resolução que se estendem abaixo e para a direita do pixel corrente, mas apenas um pixel de alta resolução se estendendo até o topo ou para a esquerda. Este padrão de janela impede que qualquer bordo se superponha aos pixels vizinhos, ou seja, nenhum local de bordo em potencial poderia ser detectado
25 (ou seja, compartilhado) mais de uma vez, em associação com múltiplos pixels de menor resolução. Os 4x4=16 locais de bordo possíveis dentro da janela corrente de interesse estão indicados na fig. 12.

 O bloco de Processamento de Borda E7 conta o número de pixels de alta resolução que estão correntemente ligados na área de alta resolução de 5x5 W4. Este número pode variar de 0 a 25. É mapeado para o
30 sinal de 2 bits de saída SEE do bloco de Processamento de Borda conforme

mostrado a seguir:

1. SEE = 0 se a contagem de 5x5 for 0 (nenhum pixel de Frente encontrado);
2. SEE = 1 se a contagem estiver na faixa [1..12] inclusive (pre-
5 predominantemente pixels de Fundo);
3. SEE = 2 se a contagem estiver na faixa [13..24] inclusive (pre-
dominantemente pixels de Frente);
4. SEE = 3 se a contagem for 25 (encontrados apenas pixels de
Frente).

10 O sinal de 2 bits de saída SEE é enviado para o bloco de Separação FG/BG E8. Cumpre notar que este sinal está na resolução de entrada original (tipicamente de 236 pontos por centímetro - 600 pontos por polegada), embora o sinal Seletor esteja na resolução maior igual ao dobro da resolução de entrada original (para este exemplo, 472 pontos por cen-
15 tímetro - 1200 pontos por polegada).

O bloco de Separação FG/BG E8 divide o sinal de imagem de entrada DSC nos planos de Frente e de Fundo. O bloco usa as saídas de mínimo e máximo de cor integral (Mn, Mx) a partir do bloco Min-Max Dependente E1, assim como o sinal de contagem de borda Seletora de dois bits
20 SEE a partir do bloco de Processamento de Borda E7. Além disto, o bloco de Separação FG/BG pode também realçar o levantamento de bordos através do sinal de controle de realce de segmentação ENH recebido do Módulo de Limiar Dinâmico 320. Conforme discutido acima, o processo de segmentação no bloco de Separação FG/BG E8 pode ser controlado pelo
25 sinal binário opcional SEG.

O bloco de Separação FG/BG E8 emite duas estimativas iniciais grosseiras de cor integral Fgr e Bgr das saídas de Frente e de Fundo, respectivamente. O módulo subsequente, o bloco de Limpeza FG/BG E9, processa adicionalmente as estimativas Fgr e Bgr para produzir as saídas de
30 Frente e de Fundo finais.

O bloco de Separação FG/BG E8 recebe o sinal de fonte de cor integral DSC a ser segmentado e produz valores para uma das saídas Fgr e

Bgr, ou, às vezes, para ambas. O bloco de Separação FG/BG E8 reserva o código especial de luminância e croma ($L = a = b = 0$) para indicar um pixel vazio (indefinido) seja na estimativa de Frente Fgr ou na estimativa de Fundo Bgr. À medida que o processo continua pela página, alguns dos pixels de Frente e de Fundo permanecerão indefinidos. O bloco de Limpeza FG/BG então encherá cuidadosamente os valores para estes pixels indefinidos para manter baixa a compressão e evitar subamostragem subsequente potencial e artefatos de compressão JPEG.

A figura 13 ilustra a faixa de decisão usada pelo bloco de Separação FG/BG E8 para separar o sinal de imagem nos planos de Frente e de Fundo. O bloco de Separação FG/BG usa o valor do sinal de contagem de borda Seletora de dois bits SEE a partir do bloco de Processamento de Borda E7 para determinar se deve usar o Fundo, a Frente ou ambos. A Frente é usada se $SEE \geq 1$, e o Fundo é usado se $SEE \leq 2$. Como estes dois casos não são mutuamente exclusivos, tanto a Frente como o Fundo são usados simultaneamente quando $1 \leq SEE \leq 2$.

São definidas as duas quantidades de cor integral que se seguem (cuja finalidade será detalhada abaixo):

$$FGD = LIM [DSC + (Mn - DSC) (ENH/255)]; \quad (12)$$

$$BGD = LIM [DSC + (Mx - DSC) (ENH/255)]; \quad (13)$$

em que DSC é o sinal de entrada de cor integral, Mn e Mx são as saídas de mínimo e máximo dependentes a partir do bloco Min-Max Dependente E1, e ENH é o sinal de realce de segmentação de 8 bits a partir do Módulo de Limiar Dinâmico 320. A função limite LIM é usada para restringir o resultado à faixa de 8 bits (1..255] para cada um dos componentes, excluindo assim o código especial de zero que é reservado para marcar pixels indeterminados. Note-se que, como DSC e Mn ou Mx são vetores de cor integral (L, a, b), as operações são em espaço 3D.

No caso de emprego da Frente durante a segmentação, ou seja, quando $SEE = \{1, 2, 3\}$ e $SEG = 1$, o valor de saída Fgr é determinado para ser:

$$Fgr = FGD, \text{ se } SEG=1 \text{ e } SEE = \{1, 2, 3\}; \quad (14)$$

$$\text{Fgr} = 0, \text{ se } \text{SEG}=1 \text{ e } \text{SEE} = 0; \quad (15)$$

Quando o sinal de controle SEG está em (SEG=1) e a Frente não é usada (ou seja, quando SEE = 0), o valor de pixel de Frente é marcado como indefinido fixando o seu valor no código especial Fgr = 0 (para todos os três componentes), pela equação (15). Note-se que, em uma implementação, ENH é estendido para uma representação de 9 bits, e o seu valor é incrementado de 1 para permitir a normalização por 256, em vez de 255, deste modo substituindo a divisão desnecessária por um simples deslocamento para a direita de 8 posições.

Conforme mostram as equações (14) e (12), o valor de estimativa de Frente Fgr é interpolado (em espaço 3D) entre o valor de sinal de entrada corrente DSC e o valor mínimo Mn do bloco Min-Max Dependente E1, dependendo da quantidade de realce de segmentação indicada pelo sinal de 8 bits ENH. Quando ENH=0, nenhum realce será efetuado, e a saída será fixada no sinal de entrada Fgr = DSC. Conforme discutido acima, este seria o caso comum, a não ser que houvesse atividade de contraste suficiente tanto na janela de 5x5 de resolução fina W1 como na janela de resolução grosseira de 9x9 W2. Equivalentemente, quando ENH = 255 (correspondendo a realce máximo), a saída será fixada ao sinal mínimo Fgr = Mn. Isto normalmente representaria o caso de um pixel na vizinhança imediata de uma borda, onde seria vantajoso realçar a borda pintando a Frente mais escura o tanto quanto possível, conforme indicado pelo valor mínimo na vizinhança (0=preto). Em geral, a quantidade de realce de segmentação ENH pode variar entre os dois extremos acima, e os valores de Frente de saída serão correspondentemente ponderados entre os valores de DSC e Mn.

Similarmente, no caso de emprego do Fundo durante a segmentação, ou seja, quando SEG = 1 e SEE = {0, 1, 2}, o valor de Bgr de saída é determinado pelas seguintes equações:

$$\text{Bgr} = \text{BGD}, \text{ se } \text{SEG}=1 \text{ e } \text{SEE} = \{1, 2, 3\}; \quad (16)$$

$$\text{Bgr} = 0, \text{ se } \text{SEG}=3; \quad (17)$$

O valor de Bgr de saída variará entre os valores de entrada DSC e Mx proporcionalmente à quantidade de realce de segmentação ENH, con-

forme dado pela equação (13). A equação (16) é semelhante à equação (14), exceto pelo emprego do máximo M_x em vez do mínimo M_n (ver também as equações (12) e (13)), e a faixa diferente de SEE. O uso de M_x para a saída de Bgr a tornará visualmente mais clara do que escura, como no caso para o emprego de M_n para a estimativa de Frente Fgr.

Além disto, conforme indicado pela equação (17) e em correspondência com (15), quando o Fundo não é usado (ou seja, quando $SEE = 3$), o valor de Fundo é marcado como indefinido fixando o seu valor ao código especial $Bgr = 0$ (para todos os três componentes L, a, b).

No caso em que o controle de segmentação opcional está desligado (ou seja, $SEG = 0$), o Fundo é arbitrariamente fixado para ser um código especial, independentemente do valor de pixel de entrada:

$$Bgr = 0, \text{ se } SEG=0 \quad (18)$$

e a Frente é fixada para ser um dos seguintes:

$$Fgr = BGD, \text{ se } SEG=0 \text{ e } SEE = \{0, 1\}; \quad (19)$$

$$Fgr = FGD, \text{ se } SEG=0 \text{ e } SEE = \{2,3\}; \quad (20)$$

As equações (18), (19), (20) mostram que o Fundo é sempre fixado no marcador indefinido especial $Bgr = 0$, e a Frente toma o valor do pixel de Frente ou de Fundo ponderado de (12) ou (13), dependendo do valor de SEE. Se $SEE = \{0, 1\}$, é usado o Fundo, em caso contrário é usada a Frente.

É importante observar que a faixa de SEE para este caso, em que o controle de segmentação opcional está desligado, é diferente daquela usada nas equações (14) a (17). Neste caso, o valor de Frente é simplesmente fixado em FGD se a maioria dos pixels for de frente ($SEE = \{0, 1\}$), ou em BGD se forem predominantemente de fundo ($SEE = \{2,3\}$).

A saída do bloco de Separação FG/BG E8 são os dois planos parcialmente enchidos, de cor integral, Fgr e Bgr. Em afastamento dos bordos no plano Seletor SEL, tipicamente apenas uma das saídas de Frente ou de Fundo conterà a cor de pixel corrente (possivelmente realçada), dependendo se foi clara ou escura. Entretanto, perto das bordas, pode ser transmitida informação em ambos os canais de Frente e de Fundo simultanea-

mente.

O bloco de Limpeza FG/BG E9 aplica processamento adicional sobre as estimativas grosseiras de Frente e de Fundo Fgr e Bgr para gerar as saídas de Frente e de Fundo finais FG e BG. O processamento realizado pelo bloco de Limpeza FG/BG E9 consiste em estender um pouco os valores de Frente e de Fundo além das bordas, e também encher os pixels indefinidos nos planos de Frente e de Fundo. O objetivo deste processamento é impedir artefatos que possam resultar de uma subamostragem e compressão de dados (tal como JPEG) subseqüentes, e encher os pixels indefinidos para obter uma boa taxa de compressão.

Uma lógica adicional dentro do bloco de Limpeza FG/BG E9 também monitora os valores de saída de Frente e de Fundo para detectar e sinalizar subjanelas ("tiles") constantemente todas pretas ou todas brancas. Em vez de codificar a saída de tais subjanelas na corrente de dados de saída, um marcador de subjanela especial é usado e referenciado quantas vezes for necessário. Isto aumenta a taxa de compressão global pela eliminação da necessidade de codificar repetidamente os azulejos comuns inteiramente pretos ou inteiramente brancos.

A figura 14 mostra um diagrama de blocos de uma modalidade do bloco de Limpeza FG/BG E9. A modalidade compreende dois blocos de Dilatar F1, F2, dois blocos de Tomar a Média F3, F4, dois blocos de Enchimento/Subamostragem F5, F6, e um bloco de Marca de Subjanela F7.

Os blocos de Dilatar F1 e F2 estendem de dois pixels o conteúdo definido das entradas de Frente e de Fundo. A extensão de 2 pixels é realizada antecipadamente a uma subamostragem de 2x subseqüente; outros tamanhos de extensão poderiam ser usados para diferentes fatores de subamostragem. A sua finalidade é aumentar a superposição da Frente e do Fundo sobre as bordas, de modo que o produto seja menos sensível a subamostragem adicional.

A figura 15 ilustra o efeito da operação de dilatar dos blocos de Dilatar F1 e F2. A área 1504 representa os pixels definidos. A área 1502 representa os pixels indefinidos. Após a operação de dilatar, a área de pixels

definidos é estendida para abranger também uma área 1506, e a área de pixels indefinidos é reduzida para a área 1508.

A operação dos blocos de Dilatar é obtida usando filtros passa-baixas Fz_n. O sufixo n indica o número de coeficientes de filtragem. Em
5 uma modalidade, são usados filtros triangulares bidimensionais de 5x5 Fz_5. O sufixo z indica que tal filtro elimina quaisquer termos nulos a partir da ponderação de normalização total.

A equação de filtro geral Fz_n é a seguinte:

$$\text{valor de saída} = \frac{\sum a_{ij} * w_{ij}}{\sum w_{ij} * \delta(a_{ij})} \quad (21)$$

10 na qual a_{ij} são os valores de entrada 2D, w_{ij} são os coeficientes de filtragem 2D, e $\delta(a_{ij})$ é definido da seguinte forma:

$$\delta(a_{ij}) = 1, \text{ se } a_{ij} \neq 0; \text{ em caso contrário } \delta(a_{ij}) = 0; \quad (22)$$

Conforme se pode depreender da equação (21), um filtro Fz_n difere de um filtro comum pelo fato de que o peso total não é mais apenas
15 uma constante de normalização conhecida. Como não é conhecido antecipadamente o número de pixels que chegam com o valor zero, um acumulador operante para o peso precisa ser mantido. Ao mesmo tempo em que o laço de filtro está operando, o conteúdo do acumulador é aumentado do valor do coeficiente de filtragem corrente se o valor de entrada correspondente for diferente de zero. Como o peso total não é fixado e conhecido de
20 antemão, a normalização final da saída de filtro depende do valor do peso total. Entretanto, ainda é possível evitar a operação de divisão na equação (21) usando uma tabela de multiplicação predeterminada com múltiplas escolhas para os valores de peso total possíveis.

25 A finalidade de usar os filtros Fz_n especiais é evitar que quaisquer pixels marcados como indefinidos com o marcador de zero especial contaminem a saída filtrada. Como o valor de marcador especial foi selecionado para ser zero, os pixels indefinidos não afetam o numerador em (17). No entanto, o número destes pixels indefinidos precisa ser rastreado a
30 fim de manter preciso o denominador.

Sempre que a saída filtrada do filtro Fz_5 no bloco de Dilatar F1

(ou F2) é diferente de zero (ou seja, pelo menos um pixel dentro da janela de 5x5 centrada no pixel corrente de interesse é diferente de zero, ou totalmente definido), ela substitui o marcador de zero especial usado para os pixels indefinidos. Cumpre notar que as saídas filtradas dos filtros Fz_5 nos blocos de Dilatar F1, F2 são usadas apenas para pixels previamente indefinidos, e afetam apenas os pixels dentro de uma área de dois pixels na vizinhança imediata de um bordo.

Com referência à figura 14, os blocos de Tomar a Média F3 e F4 calculam a média do conteúdo diferente de zero dos valores diluídos de Frente e de Fundo pelos blocos JPEG MCU (Unidades Codificadas Mínimas). Estes possuem dimensões de 16 x 16 para uma saída não subamostrada e 32 x 32 se a saída for subamostrada de um fator de 2 em cada direção (podem ser usados outros valores para fatores de subamostragem diferentes). Novamente, o cálculo da média é efetuado cuidadosamente para excluir quaisquer pixels indefinidos que poderiam, se não fosse por isto, alterar o resultado. A operação de tomar a média poderia ser vista de uma maneira semelhante a usar filtros Fz_n, porém com um peso unitário constante em vez de formas triangulares. As Médias de Bloco são executadas na grade de blocos JPEG MCU fixos não-superpostos.

Os blocos de Enchimento/Subamostragem F5 e F6 são substitutos dos valores de Frente e de Fundo tomados na média, recebidos das unidades F3 e F4 para os valores de quaisquer pixels indefinidos restantes nos canais de Fundo e de Frente diluídos, respectivamente. Com estes valores de substituição tomados na média, a taxa de compressão melhora e outros artefatos chamando JPEG são, em grande parte, impedidos. Como os canais de Fundo e de Frente tipicamente são subamostrados, os blocos de Enchimento/Subamostragem F5 e F6 também efetuam a operação de subamostragem conforme for necessário, e emitem os sinais de Fundo e de Frente BG, FG.

O bloco de Marca de Subjanela F7 monitora os valores dos canais de Frente e de Fundo pelas subjanelas, e sinaliza quaisquer subjanelas que efetivamente possuam valores totalmente brancas ou totalmente pretas.

Os tamanhos de subjanela são programáveis, porém os valores típicos variam de 64 x 64 a 512 x 512 pixels. Uma subjanela é considerado totalmente branco se os valores de croma absolutos (isto é, tanto $|a|$ como $|b|$) de cada pixel dentro da subjanela forem menores que limiares dados, e a luminância for maior que um limiar dado. Similarmente, uma subjanela é considerada totalmente preta se os valores de croma absolutos (isto é, tanto $|a|$ como $|b|$), assim como o valor da luminância, forem todos menores que os limiares dados. Os três limiares acima podem ser programáveis usando registros.

10 A seguir será descrita a maneira pela qual o sinal opcional HTW pode ser gerado a partir de um módulo de Estimador de Retícula.

O módulo de Estimador de Retícula é usado para medir a *frequência* e o *peso de retícula* em uma área pequena que circunda o pixel corrente de interesse. As entradas para o módulo de Estimador de Retícula são o sinal de fonte SRC e uma saída BLR_3 proveniente de um pequeno filtro passa-baixas (por exemplo, que possui 3 coeficientes). Estas duas saídas são sinais (L, a, b) de cor integral.

O módulo de Estimador de Retícula produz dois sinais de saída monocromáticos (de um único canal), FRQ e HTW, que representam a frequência e o peso de retícula estimados, respectivamente. Cada um destes sinais é representado por uma representação de 8 bits. HTW representa o nível de confiança na área que está sendo uma retícula. Se HTW for pequeno (pouca confiança), a segmentação ativa é desligada, para impedir o levantamento de todos os pontos de retícula.

25 A figura 18 é um diagrama de blocos de uma modalidade do módulo de Estimador de Retícula.

Conforme mostra a figura 18, a modalidade do módulo de Estimador de Retícula compreende dois canais separados de detecção de frequência que operam ao mesmo tempo, cujas saídas são combinadas entre si na última etapa para gerar o peso de retícula. Cada canal de frequência compreende um detector de textura Min-Max (C2 e D2), seguido de filtros tomadores de média em cascata. A maioria dos filtros tomadores de média

subamostra também os dados de um fator de 2 ao mesmo tempo (ou seja, produzem apenas um valor filtrado sim outro não), de modo que a largura de banda de pico é bastante reduzida. Apenas bem no fim os dados são amostrados para cima de volta para a resolução original.

5 A notação da fig. 18 se destina a enfatizar a semelhança entre os dois canais de frequência traçando os diversos blocos como pares conjugáveis ligados pelas linhas pontilhadas (não existe uma conexão real).

Os pares conjugáveis de blocos receberam o mesmo número de bloco, com a letra inicial C para o canal de frequência original, e D para o canal de frequência borrado. Conseqüentemente, os pares conjugáveis são designados por (Cn, Dn), com $n=[2,\dots,9]$.

A notação usada para os diversos nomes de bloco é a seguinte: o primeiro número (sublinhado) indica o tamanho da janela usada; o segundo número após o traço indica a quantidade de subamostragem realizada dentro do bloco em cada direção. Conseqüentemente, por exemplo, um filtro designado por $\underline{B}_3/2$ indica um filtro borrador (passa-baixas) B com um tamanho de janela de 3×3 , cuja saída é subamostrada de um fator de 2 em ambas as direções (ou seja, apenas uma saída é enviada para cada $2 \times 2 = 4$ pixels de entrada).

20 A seguir é apresentada uma descrição mais detalhada dos diversos blocos incluídos no módulo de Estimador de Retícula.

A unidade de subamostragem D1 está reduzindo a taxa de dados de um fator igual a 4 omitindo pixel e linha, um sim outro não, da entrada. A subamostragem é necessária apenas no canal de frequência borrado D. Nenhuma subamostragem é necessária para o canal de frequência de resolução integral C. A entrada da unidade SS/2 é o sinal de saída de cor integral (L, a, b) BLR_3 proveniente de um filtro passa-baixas pequeno. A saída da unidade SS/2 é um sinal de saída (L, a, b) de cor integral. O método de subamostragem preferido consiste em aplicar um pré-filtro simples antes da subamostragem a fim de eliminar problemas de desalinhamento de frequência em potencial.

Os dois módulos de Detecção de Min-Max idênticos C2, D2 são

usados para encontrar picos e vales no sinal de entrada. Pela contagem do número de picos e vales por área unitária, obtém-se uma medida da frequência local.

5 Cada uma das duas unidades de Detecção de Min-Max está tomando como entrada um sinal (L, a, b) de cor integral. Cada unidade utiliza três janelas de 3×3 para indicar quando o pixel central de um dos componentes coloridos está em um valor extremo (seja pico ou vale) em relação aos seus 8 vizinhos, de acordo com a lógica descrita abaixo.

10 Cada componente de cor é examinado independentemente na sua própria janela de 3×3 . A saída de cada unidade de Detecção de Min-Max é um sinal de 2 bits que indica o número total de componentes de cor que estão em um estado de valor extremo. Este número pode variar a partir de zero (nenhum componente de cor estava em um extremo) até 3 (todos os componentes de cor estão em um extremo). Quando um ou dois componentes de cor estão em um extremo, não há distinção de quais deles estão em um extremo; apenas o número total de componentes em um extremo é emitido.

20 A figura 19 mostra a estrutura de Detecção de Min-Max. Para cada componente de cor, o anel externo de 8 pixels que circunda o pixel central (o pixel corrente de interesse) é analisado primeiro. Os 8 pixels externos são ainda divididos em dois conjuntos de 4 pixels cada um, conforme mostra a figura 19. A divisão do anel externo em dois conjuntos serve para reduzir a probabilidade de alarmes falsos na detecção de segmentos em linha reta como retículas (já que a maioria das retículas comumente encontradas tipicamente é classificada como pontos agrupados ou telas de linha).

25 Para cada conjunto, os valores de pixel são comparados dentro os elementos do conjunto para determinar os valores mínimos e máximos dentro de cada conjunto independentemente:

$$A_{\max} = \max (A_{ij}); \text{ por todos } (i, j) \text{ pertencentes ao conjunto } A; \quad (23)$$

30 $A_{\min} = \min (A_{ij}); \text{ por todos } (i, j) \text{ pertencentes ao conjunto } A; \quad (24)$

$$B_{\max} = \max (B_{ij}); \text{ por todos } (i, j) \text{ pertencentes ao conjunto } B; \quad (25)$$

$$B_{\min} = \min (B_{ij}); \text{ por todos } (i, j) \text{ pertencentes ao conjunto } B; \quad (26)$$

Então, o contraste de anel externo global é calculado a partir dos seguintes valores:

$$\Delta_{\text{anel}} = \max (A_{\text{max}}, B_{\text{max}}) - \min (A_{\text{min}}, B_{\text{min}}); \quad (27)$$

O valor de Δ_{anel} é testado a seguir para verificar se existe algum contraste para o anel externo. Independentemente do valor de pixel central, a saída é fixada em zero (não um ponto extremo) se o valor de Δ_{anel} for menor ou igual a um pequeno limiar pré-definido T2:

$$\text{Se } (\Delta_{\text{anel}} \leq T2), \text{ retornar } (0); \quad (28)$$

Se, por outro lado, houver atividade suficiente no anel externo (conforme indicado pelo contraste de anel externo $> T2$), então são efetuados dois testes para verificar se o valor de pixel central está em um valor extremo em relação a valores de anel externo. O valor de pixel central X é definido para estar em um pico se for (significativamente) maior que o valor de pixel máximo de qualquer um dos conjuntos:

$$\text{Se } [(A_{\text{max}} + S < X) \text{ e } (B_{\text{max}} \leq X)], \text{ retornar } (1) \quad (29)$$

em que S é o contraste de anel externo, graduado por um parâmetro de graduação de contraste C:

$$S = \Delta_{\text{anel}}/C; \quad (30)$$

Em uma modalidade, o parâmetro de graduação de contraste C é fixado em 8. O valor real do parâmetro de graduação C é função do nível de ruído de sinal na entrada. É vantajoso manter o valor de C como um parâmetro genérico das unidades de Detecção de Min-Max. O valor de C pode ser limitado a um potência do número dois de modo que possa ser implementado como um desvio aritmético para evitar a necessidade de executar uma operação de divisão por pixel.

Similarmente, o valor de pixel central X é definido como um vale se for (significativamente) menor que o valor de pixel mínimo proveniente de qualquer um dos conjuntos A ou B:

$$\text{Se } [(A_{\text{max}} > X + S) \text{ e } (B_{\text{max}} \geq X)], \text{ retornar } (1) \quad (31)$$

As equações (29) e (31) determinam as duas condições nas quais a saída da janela de detecção de 3x3 é fixada em 1; em todos os outros casos, a saída será fixada em 0.

Em uma segunda modalidade, o valor de pixel central X é definido como um pico se for (significativamente) maior que o valor de pixel máximo de qualquer um dos conjuntos:

$$\text{Se } [(A_{\max} + N_{\text{TH}} < X) \text{ e } (B_{\max} \leq X)], \text{ retornar (1)} \quad (29A)$$

5 em que N_{TH} é o limiar de ruído definido como:

$$N_{\text{TH}} = \text{NoiseBias} + (\text{NoiseFactor} \times X)/256$$

em que NoiseBias (tendenciosidade de ruído) e o NoiseFactor (fator de ruído) são parâmetros de sintonização.

10 Similarmente, o valor de pixel central X é definido como um vale se for (significativamente) menor que o valor de pixel mínimo proveniente de qualquer um dos conjuntos A ou B:

$$\text{Se } [(A_{\min} > X + N_{\text{TH}}) \text{ e } (B_{\min} \geq X)], \text{ retornar (1)} \quad (31A)$$

15 As equações (29) e (31A) determinam as duas condições nas quais a saída da janela de detecção de 3x3 é fixada em 1; em todos os outros casos, a saída será fixada em 0. Note-se que, nesta segunda modalidade, não há necessidade de calcular o contraste de anel interno global.

Finalmente, cada componente de cor é processado independentemente através de sua própria janela de 3x3 separada. As três saídas binárias dos componentes de cor são em seguida somadas entre si para 20 formar a saída de 2 bits final do módulo de Detecção de Min-Max.

25 As duas saídas de Detecção de Min-Max C2 e D2 são alimentadas à Cadeia de Filtro em Cascata C3-C6 e D3-D6, respectivamente. As primeiras unidades de filtragem, C3 e D3, são diferentes entre as duas cadeias, porém, exceto por isto, as unidades subseqüentes C4-C6 e D4-D6 são todas idênticas.

30 A primeira unidade de filtragem C3 recebe a saída de 2 bits da unidade de Detecção de Min-Max de alta resolução C2. A entrada é filtrada através do filtro $F_{7/4}$, o qual, em uma modalidade, é um filtro simétrico, triangular e separável de 7x7. A notação /4 indica que o filtro $F_{7/4}$ também subamostra a saída filtrada de um fator de 4 em ambas as direções. Isto significa que o filtro $F_{7/4}$ produz apenas um pixel de saída para cada quarto pixel de entrada e cada quarta linha, deste modo reduzindo efetivamente, de

um fator igual a 16, a largura de banda de dados.

Como a entrada para a primeira unidade de filtragem C3 está limitada a 2-bits (em vez de 8 bits), a saída do filtro é normalizada graduando o resultado por um número diferente elevado a dois (por exemplo, 2). A
 5 potência de graduação deve permanecer um parâmetro de projeto. Após a primeira normalização, todavia, o resultado foi graduado para se encaixar na faixa de 8 bits, de modo que a filtragem subsequente é realizada utilizando o sistema de representação de 8 bits deste ponto para diante.

A segunda unidade de filtragem precedente de cadeia D3 é diferente de C3 sob dois aspectos. Primeiro, o filtro $F_{5/2}$ apenas subamostra
 10 a entrada de um fator igual a 2 (em vez de 4) em cada direção. Isto significa que o filtro produz apenas um pixel de saída para cada pixel de entrada e cada linha, alternadamente um sim outro não, deste modo reduzindo efetivamente, de um fator igual a 4, a largura de banda de dados. Como o fator
 15 de subamostragem é menor, a amplitude do filtro pode ser conseqüentemente reduzida de 7 (para C3) para 5 (para D3). Em uma modalidade, o fator de normalização para o filtro $F_{5/2}$ foi determinado como sendo de 2^9 . Note-se que as saídas (agora de 8 bits de largura) a partir das duas unidades de filtro precedentes C3 e D3 estão ambas na mesma resolução -
 20 subamostradas de 4 em ambas as dimensões, ou 1/16 avos da largura de banda de entrada original. Isto se deve ao fato de que o filtro $F_{7/4}$ da unidade C3 na cadeia superior está subamostrando os dados de 4, enquanto a combinação da unidade SS/2 com $F_{5/2}$ D3 na cadeia inferior resulta em uma taxa de saída global que se conjuga com a taxa de saída de C3.

25 As duas saídas das unidades de filtragem C3 e D3 são filtradas adicionalmente através das três unidades adicionais e idênticas C4-C6 e D4-D6, respectivamente. Cada uma das seis unidades de filtragem processa o seu sinal de entrada respectivo com um filtro $F_{3/2}$ (com coeficientes 1-2-1) que também subamostra os dados de um fator igual a 2 em ambas as di-
 30 reções. Note-se que cada um destes filtros possui um peso total de $1+2+1=4$, conseqüentemente a implementação pode ser simplificada substituindo a divisão de normalização por um simples desvio aritmético de 2

para a direita.

Como cada uma das unidades de filtragem está também subamostrando o seu sinal de entrada respectivo de um fator igual a 2, os sinais nas saídas respectivas das unidades de filtragem C6 e D6 são, na realidade, subamostradas de um fator de 32 em cada direção (ou reduzidos de 1024 vezes em largura de banda).

As duas unidades de filtragem seguintes C7 e D7 são unidades de filtragem especiais, indicadas como um filtro Fz5. O sufixo z indica um filtro que elimina do peso de normalização total quaisquer termos nulos. A equação do filtro Fz_n geral é a seguinte:

$$\text{valor de saída} = \frac{\sum a_{ij} * w_{ij}}{\sum w_{ij} * \delta(a_{ij})} \quad (32)$$

na qual a_{ij} são os valores de entrada bidimensionais, w_{ij} são os coeficientes de filtragem bidimensionais, e $\delta(a_{ij})$ é a função definida da seguinte forma:

$$\delta(a_{ij}) = 1 \text{ se } a_{ij} \neq 0; \text{ em caso contrário } \delta(a_{ij}) = 0; \quad (33)$$

Conforme se pode depreender da equação (32), a diferença em relação a um filtro comum é o fato de que o peso total não é mais apenas uma constante de normalização conhecida. Como não é conhecido antecipadamente o número de pixels que chegam com o valor zero, um acumulador operante para o peso precisa ser mantido. Ao mesmo tempo em que o laço de filtro está operando, o conteúdo do acumulador é aumentado do valor do coeficiente de filtragem corrente se o valor de entrada correspondente for diferente de zero.

Como o peso total não é fixado e conhecido de antemão, a normalização final da saída de filtro depende do valor do peso total. Entretanto, ainda é possível evitar a operação de divisão na equação (32) usando uma tabela de multiplicação predeterminada com múltiplas escolhas para os valores de peso total possíveis.

O objetivo de usar os filtros Fz_5 especiais é obter estimativas de freqüência e peso de retícula, mesmo quando o filtro fica muito próximo de um bordo.

Os dois módulos de MX_5 C8 e D8 buscam o valor máximo em

uma janela de 5x5, e emitem o valor máximo.

Cada um dos dois módulos de interpolação C9 e D10 interpola (ou seja, amostra para cima) o sinal de volta de um fator igual a 32 para restaurá-lo para a resolução original. Cada unidade de interpolação está executando interpolação bilinear, essencialmente gerando 32*32 pixels para cada 4 pixels originais. O tamanho de passo para a interpolação bilinear é 1/32 avos da grade de pixels original.

O módulo de Peso de Retícula HTW recebe como entrada as saídas das duas unidades de interpolação indicadas por FRQ e FRQ_B. O módulo de Peso de Retícula soma entre si as contribuições de cada uma das entradas, da seguinte maneira:

$$HTW = HTW_H + HTW_L; \quad (34)$$

em que

$$HTW_H = (FRQ - T_H) * SF_H \text{ se } FRQ > T_H; \text{ em caso contrário } 0; \quad (35)$$

$$HTW_L = (FRQ_B - T_L) * SF_L \text{ se } FRQ_B > T_L; \text{ em caso contrário } 0; \quad (36)$$

em que T_H e T_L são dois limiares predeterminados, e SF_H e SF_L são dois fatores de gradação predeterminados para as frequências original (alta) e filtrada (baixa) FRQ e FRQ_B, respectivamente.

Uma lógica adicional assegura que o valor de HTW seja limitado para nunca ultrapassar a faixa de 8 bits de [0,255].

A fig. 20 é um diagrama que ilustra as equações (34), (35), (36) e o efeito de recorte da lógica adicional que limita o valor de HTW à faixa permitida. A região indicada como "LA" representa a região de arte de linha. Conforme mostra a figura 20, um padrão de tela de cor específica pode mudar a localização indicada como HFTH para MFHT e para LFHT à medida que a sua frequência muda de alta para média e para baixa. Como a curva ilustrada pelos locais no gráfico bidimensional é convexa, não é possível distinguir a frequência de tela pela observação apenas ou de FRQ ou de FRQ_B.

Na descrição acima, os elementos de uma modalidade da invenção podem ser implementados por hardware, firmware, software ou qualquer combinação dos mesmos. O termo hardware geralmente se refere a um

elemento que possui uma estrutura física, tal como peças eletrônicas, eletromagnéticas, óticas, eletro-ólicas, mecânicas, eletromecânicas, etc. O termo software geralmente se refere a uma estrutura lógica, um método, um procedimento, um programa, uma rotina, um processo, um algoritmo, uma fórmula, uma função, uma expressão, etc. O termo firmware geralmente se refere a uma estrutura lógica, um método, um processo, um programa, uma rotina, um procedimento, um algoritmo, uma fórmula, uma função, uma expressão, etc, que é implementado ou concretizado em uma estrutura de hardware (por exemplo, memória flash, memória só de leitura (ROM), memória apagável (ROM)). Exemplos de firmware podem incluir microcódigo, armazenagem de controle gravável, estrutura microprogramada. Quando implementados em software ou firmware, os elementos de uma modalidade da presente invenção são essencialmente os segmentos de código para executar as tarefas necessárias. O software/firmware pode incluir o código real para executar as operações descritas em uma modalidade da invenção, ou o código que emula ou simula as operações. O programa ou segmentos de código podem ser armazenados em um meio acessível por máquina ou processador, ou transmitidos por um sinal de dados de computador incorporado em uma onda portadora, ou um sinal modulado por um portador, através de um meio de transmissão. O "meio legível ou acessível por processador" ou o "meio legível ou acessível por máquina" pode incluir qualquer meio que possa armazenar, transmitir ou transferir informações. Exemplos do meio legível por processador ou acessível por máquina incluem um circuito eletrônico, um dispositivo de memória de semicondutor, uma memória só de leitura (ROM), uma memória flash, uma ROM apagável (EROM), um disquete, um ROM de disco laser (CD), um disco ótico, um disco rígido, um meio de fibra ótica, um link de frequência de rádio (RF), etc. O sinal de dados de computador pode incluir qualquer sinal que possa ser propagado por um meio de transmissão, tal como canais de rede eletrônica, fibras óticas, ar, eletromagnético, links de RF, etc. Os segmentos de código podem ser baixados por redes de computador, tais como Internet, Intranet, etc. O meio acessível por máquina pode ser realizado em um artigo fabro-

cadp. O meio acessível por máquina pode incluir dados que, quando acessados por uma máquina, fazem com que a máquina execute as operações descritas a seguir. O meio acessível por máquina pode também incluir código de programa nele embutido. O código de programa pode incluir
5 código legível por máquina para executar as operações descritas na descrição acima da invenção. O termo "código" aqui se refere a qualquer tipo de informação que seja codificada para fins de leitura por máquina. Conseqüentemente, pode incluir programa, código, dados, arquivo, etc.

Toda ou uma parte de uma modalidade da invenção pode ser
10 implementada por hardware, software ou firmware, ou qualquer combinação dos mesmos. O elemento de hardware, software ou firmware pode possuir diversos módulos acoplados entre si. Um módulo de hardware é acoplado a um outro módulo por ligações mecânicas, elétricas, óticas, eletromagnéticas ou quaisquer ligações físicas. Um módulo de software é acoplado a um outro
15 módulo por uma função, procedimento, método, subprograma ou chamada de subrotina, um salto, um link, um parâmetro, variável, e passagem de argumento, um retorno de função, etc. Um módulo de software é acoplado a um outro módulo para receber variáveis, parâmetros, argumentos, apontadores, etc, e/ou para gerar ou passar resultados, variáveis atualizadas,
20 apontadores, etc. Um módulo de firmware é acoplado a um outro módulo por qualquer combinação de métodos de acoplamento de hardware e software acima. Um módulo de hardware, software ou firmware pode ser acoplado a qualquer outro módulo de hardware, software ou firmware. Um módulo pode também ser um controlador ou interface de software para interagir com o
25 sistema operacional funcionando na plataforma. Um módulo pode também ser um controlador de hardware para configurar, preparar, inicializar, enviar e receber dados para e de um dispositivo de hardware. Um aparelho ou sistema pode incluir qualquer combinação de módulos de hardware, software e firmware.

30 Uma modalidade da invenção pode ser descrita como um método ou processo que usualmente é ilustrado como um fluxograma, um diagrama de fluxo, um diagrama de estrutura, ou um diagrama de blocos. Em-

bora qualquer uma destas ilustrações possa descrever as operações como um processo em seqüência, muitas das operações podem ser efetuadas em paralelo ou simultaneamente. Além disto, a ordem das operações pode ser reorganizada. Um processo termina quando as suas operações são con-

5 cluídas. Um processo pode corresponder a um método, um programa, um procedimento, um método de fabricação ou produção, etc.

Embora determinadas modalidades exemplificativas tenham sido descritas em detalhe e mostradas nos desenhos anexos, aqueles versados na técnica perceberão que a invenção não está limitada às modalidades de-

10 descritas, e que diversas modificações podem ser efetuadas nas modalidades ilustradas da invenção descrita acima, além de outras, sem se afastar do seu escopo inventivo geral. Deve ficar entendido, portanto, que a invenção não está limitada às modalidades e disposições específicas apresentadas, porém a intenção, em vez disto, é abranger quaisquer mudanças, adaptações ou

15 modificações que incidam no escopo e espírito da invenção conforme definidos nas reivindicações apenas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para separar um sinal de imagem em um conjunto de planos de imagem, o método **caracterizado pelo fato** de que compreende as operações de:

- 5 (a) buscar, através de um módulo min-max, um mínimo e um máximo dentro de pelo menos uma janela centrada em um pixel atual no sinal de imagem;
- (b) computar, através de um módulo de limiar dinâmico, para a pelo menos uma janela, em função do mínimo e máximo respectivos recebidos do
10 módulo min-max e do pixel atual, um indicador respectivo que representa a distância e direção do pixel atual em relação ao plano limiar respectivo, e emitir um sinal de controle baseado no indicador; e
- (c) separar o sinal de imagem em um conjunto de planos de acordo com o sinal de controle mediante a inclusão de uma representação do pixel
15 atual em pelo menos um dos planos de imagem, através de um módulo de separação.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que o sinal de imagem compreende um sinal de luminância, um primeiro sinal de croma e um segundo sinal de croma, e no qual a operação (a)
20 compreende as operações de:

procurar um mínimo de luminância e um máximo de luminância no sinal de luminância dentro da janela;

indexar localizações do máximo de luminância e do mínimo de luminância dentro da janela; e

25 emitir o mínimo de luminância, o máximo de luminância e valores nos primeiro e segundo sinais de croma que correspondem às localizações do mínimo de luminância e do máximo de luminância.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato** de que as operações de procurar, indexar e emitir são executadas para
30 cada janela em um conjunto de janelas.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato** de que a operação (a) compreende as operações de:

procurar um primeiro mínimo e um primeiro máximo dentro de uma primeira janela centrada no pixel atual no sinal de imagem, usando um primeiro bloco min-max, a primeira janela correspondendo a um primeiro contexto; e

5 procurar um segundo mínimo e um segundo máximo dentro de uma segunda janela centrada no pixel atual no sinal de imagem, usando um segundo bloco min-max, a segunda janela correspondendo a um segundo contexto;

 em que o segundo contexto é substancialmente maior que o
10 primeiro contexto.

5. Sistema para separar um sinal de imagem em um conjunto de planos de imagem, o sistema **caracterizado pelo fato** de que compreende:

(a) um módulo min-max que recebe o sinal de imagem, procurando um
15 mínimo e um máximo dentro de pelo menos uma janela centrada em um pixel atual no sinal de imagem;

(b) um módulo de limiar dinâmico, em comunicação com o módulo min-max, computando, para a pelo menos uma janela, em função do mínimo e máximo respectivos recebidos do módulo min-max e do pixel atual, um indicador respectivo que representa a distância e direção do
20 pixel atual em relação ao plano limiar respectivo, e emitindo um sinal de controle baseado no indicador; e

(c) um módulo de separação, em comunicação com o módulo de limiar dinâmico, separando o sinal de imagem em um conjunto de planos de acordo com o sinal de controle mediante a inclusão de uma representação do pixel atual em pelo menos um dos planos de imagem.
25

6. Sistema de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato** de que o sinal de imagem compreende um sinal de luminância, um primeiro sinal de croma e um segundo sinal de croma, e no qual o módulo min-max:

30 procura um mínimo de luminância e um máximo de luminância no sinal de luminância dentro da janela;

 indexa localizações do máximo de luminância e do mínimo de

luminância dentro da janela; e

emite o mínimo de luminância, o máximo de luminância e valores no primeiro e segundo sinais de croma que correspondem às localizações do mínimo de luminância e do máximo de luminância.

5 7. Sistema de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo fato** de que o módulo min-max procura um mínimo e um máximo dentro de cada janela do conjunto de janelas centrada no pixel atual no sinal de imagem.

10 8. Sistema de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato** de que o módulo min-max compreende:

um primeiro bloco min-max que procura um primeiro mínimo e um primeiro máximo dentro de uma primeira janela centrada no pixel atual no sinal de imagem, a primeira janela correspondendo a um primeiro contexto; e

15 um segundo bloco min-max que procura um segundo mínimo e um segundo máximo dentro de uma segunda janela centrada no pixel atual no sinal de imagem, a segunda janela correspondendo a um segundo contexto;

20 em que o segundo contexto é substancialmente maior que o primeiro contexto.

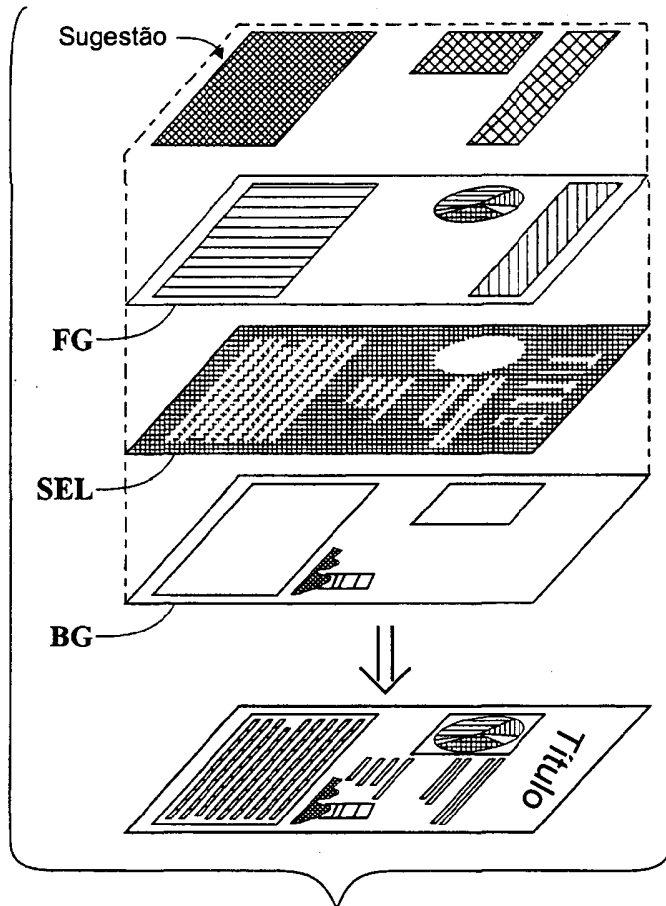


FIG. 1

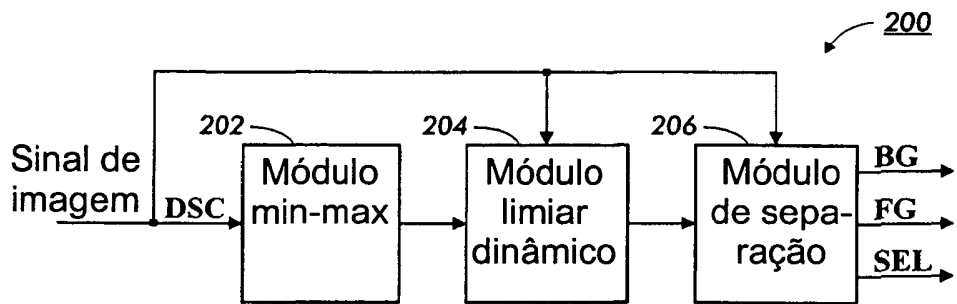


FIG. 2

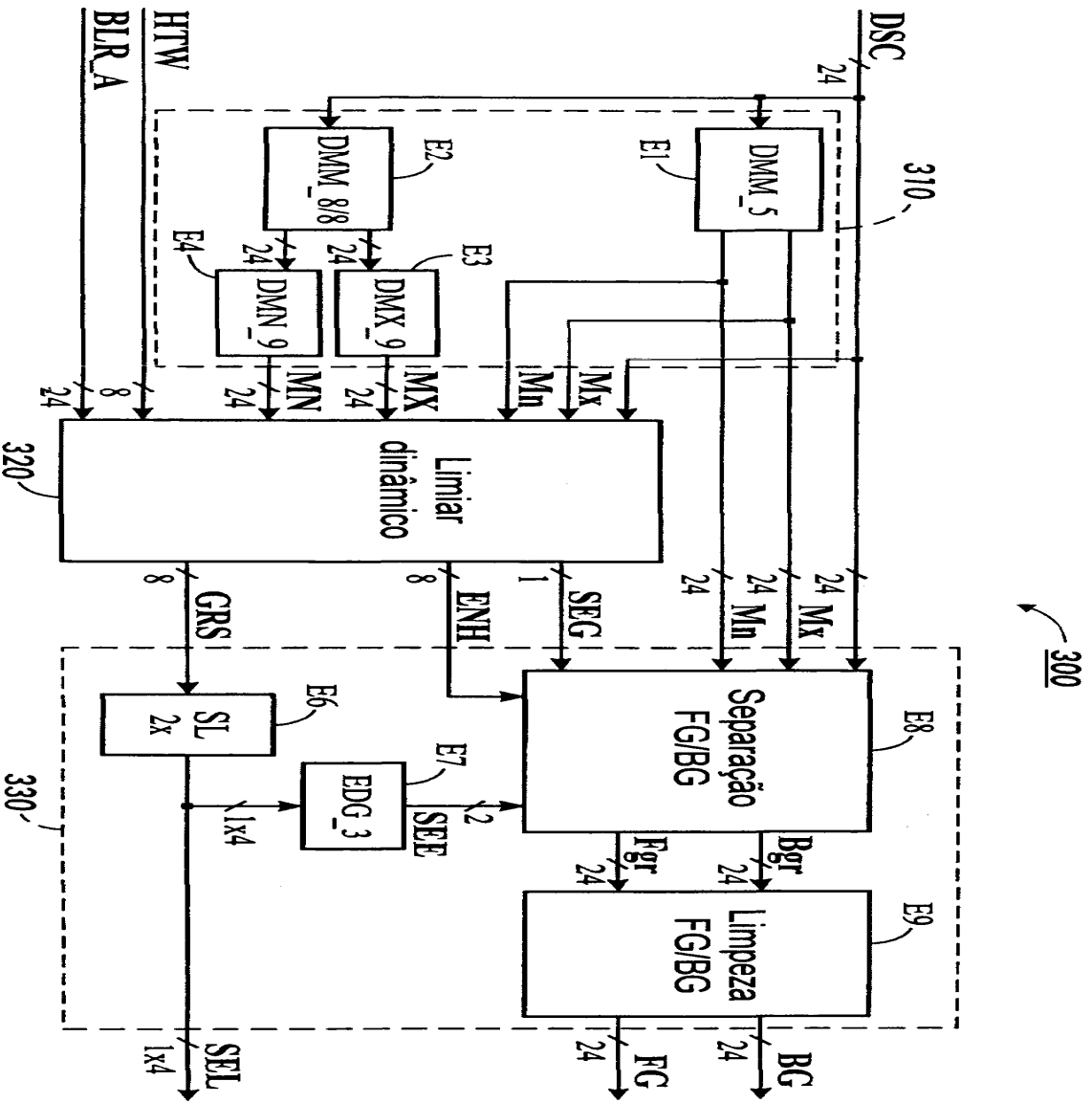


FIG. 3

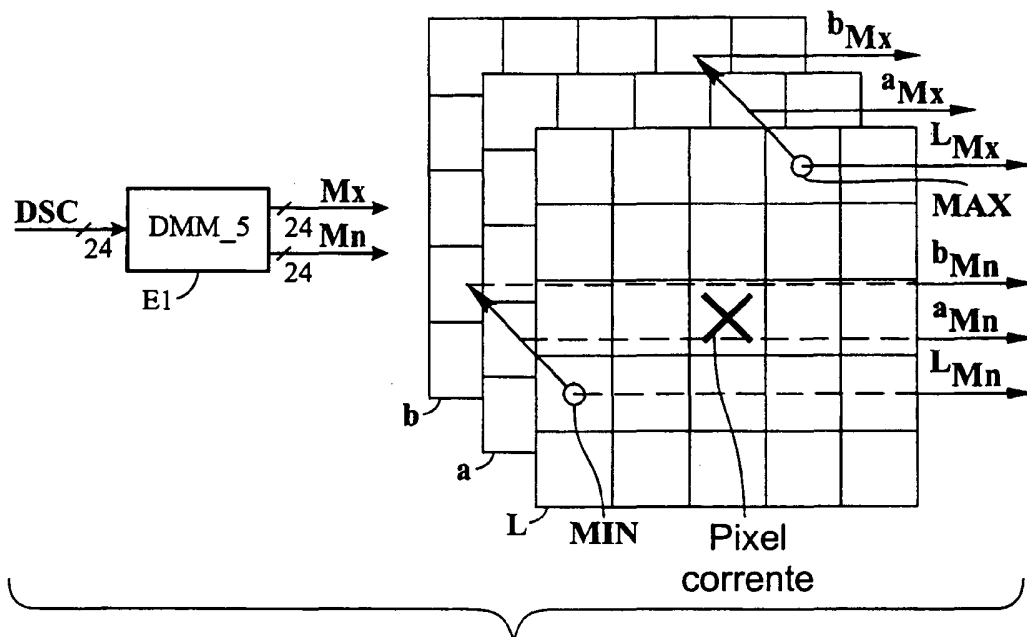


FIG. 4

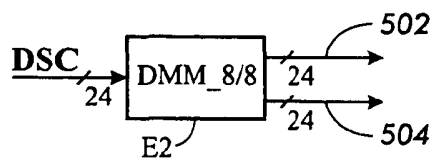


FIG. 5

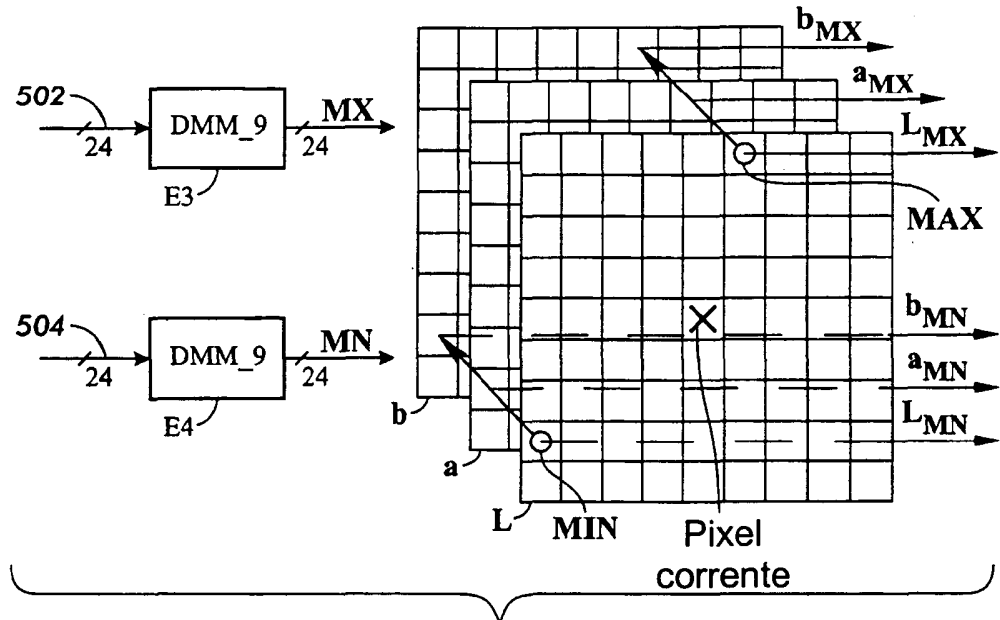


FIG. 6

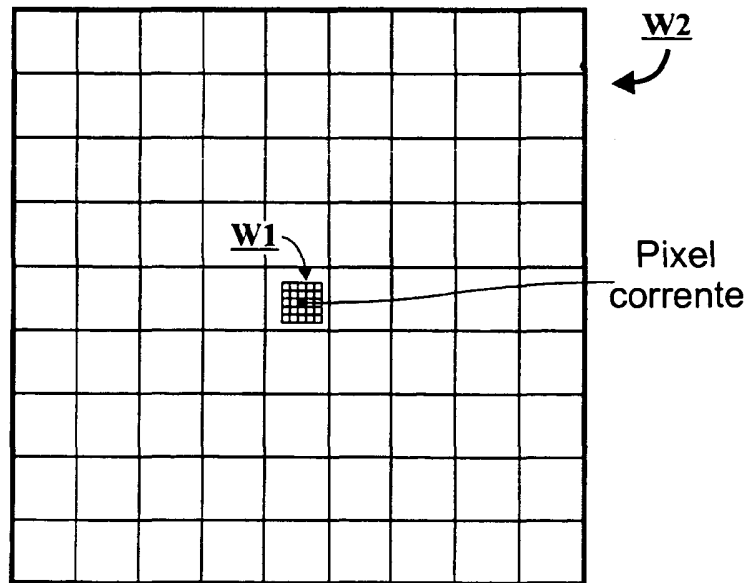


FIG. 7

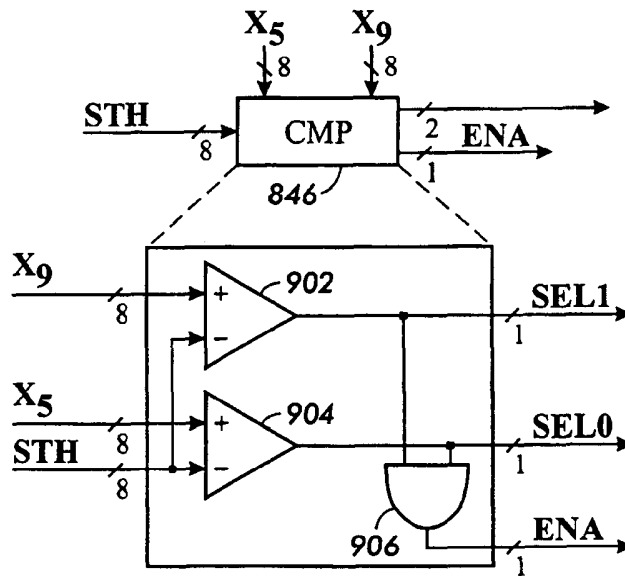


FIG. 9

Condição	X ₉ Entrada	X ₅ Entrada	SEL1 Saída	SEL0 Saída	ENA Saída
Nenhuma atividade em qualquer janela	$X_9 \leq STH$	X	0	X	0
Apenas a janela grosseira ativa	$X_9 > STH$	$X_5 \leq STH$	1	0	0
Ambas as janelas ativas	$X_9 > STH$	$X_5 > STH$	1	1	1

FIG. 10

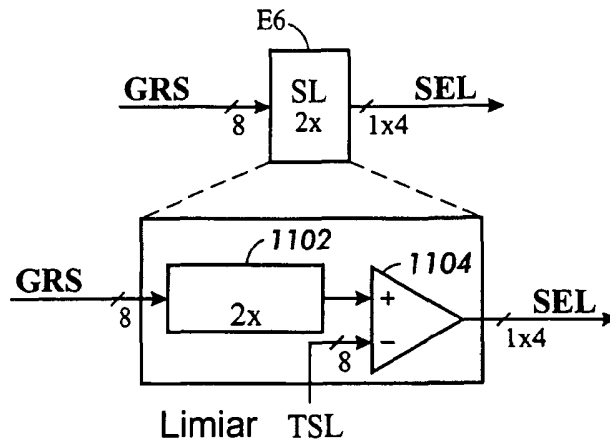


FIG. 11

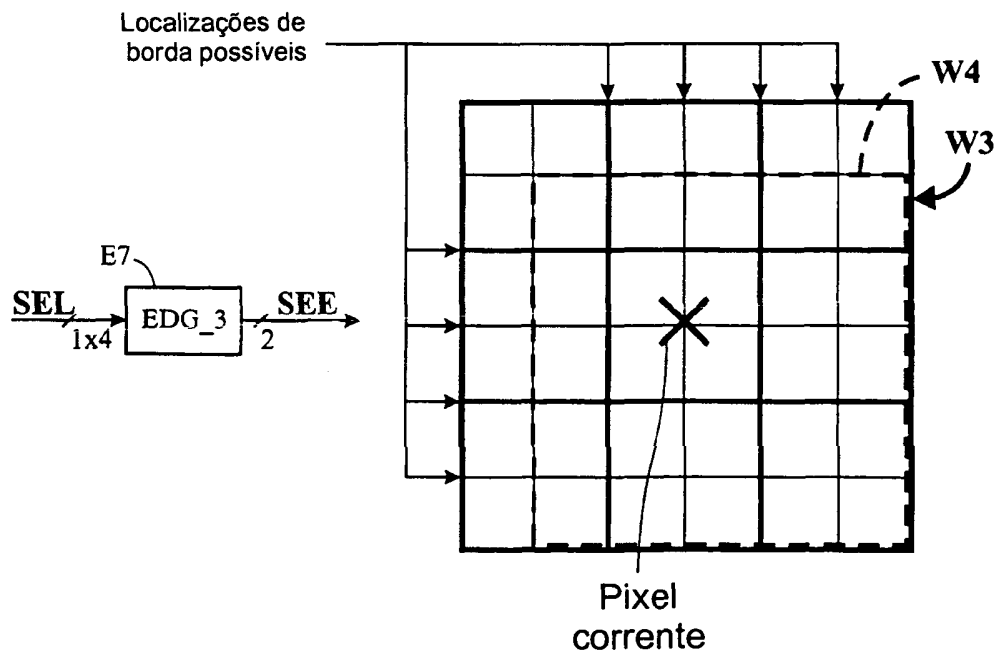


FIG. 12

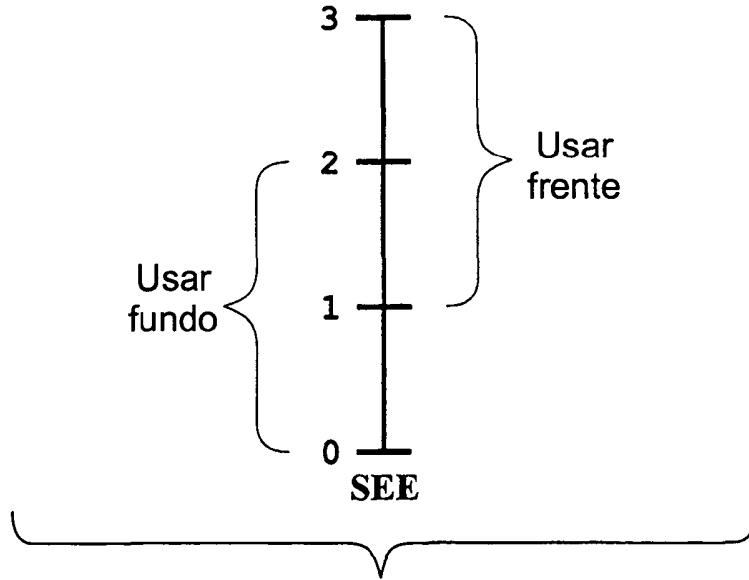


FIG. 13

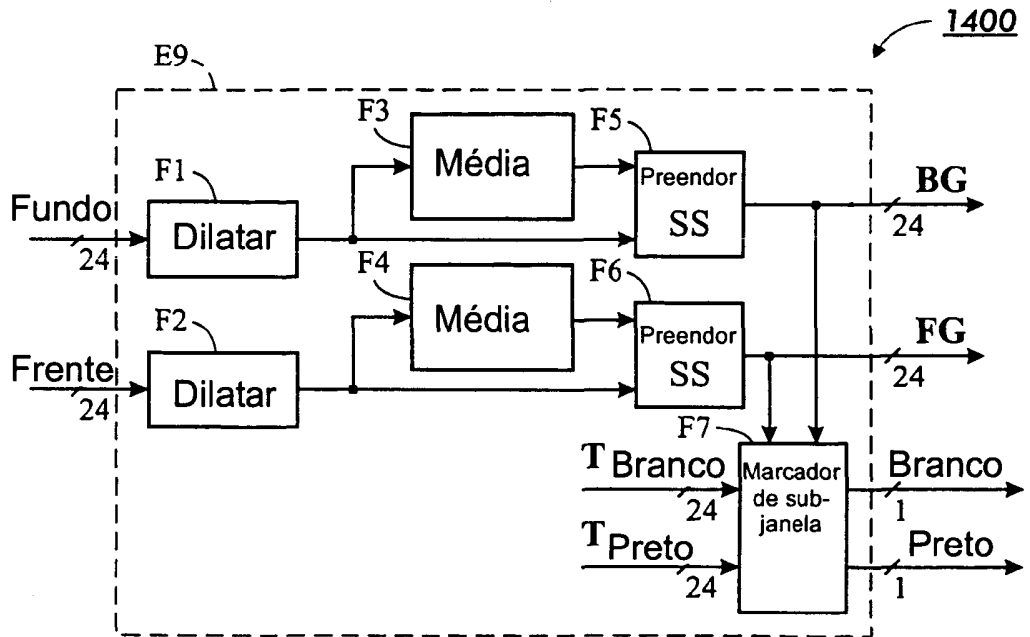


FIG. 14

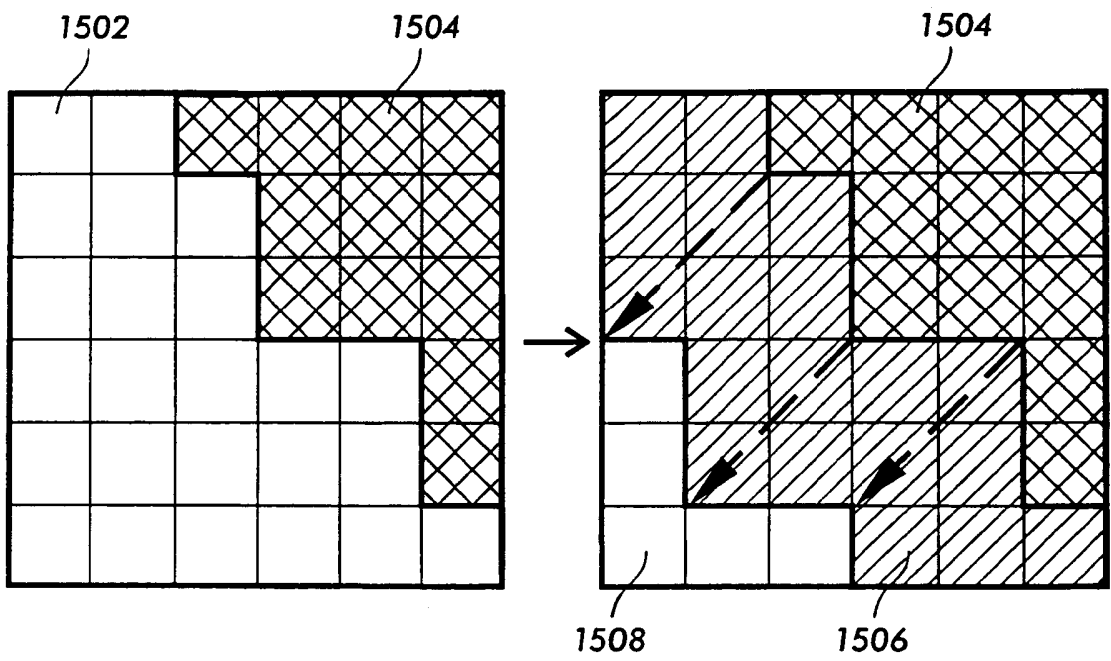


FIG. 15

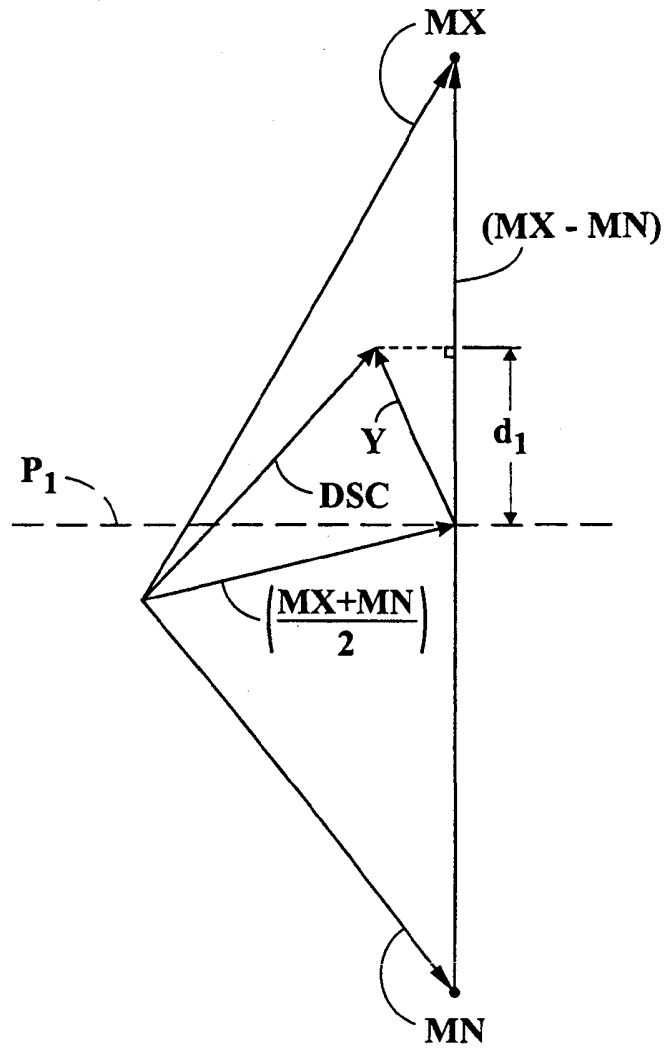


FIG. 16

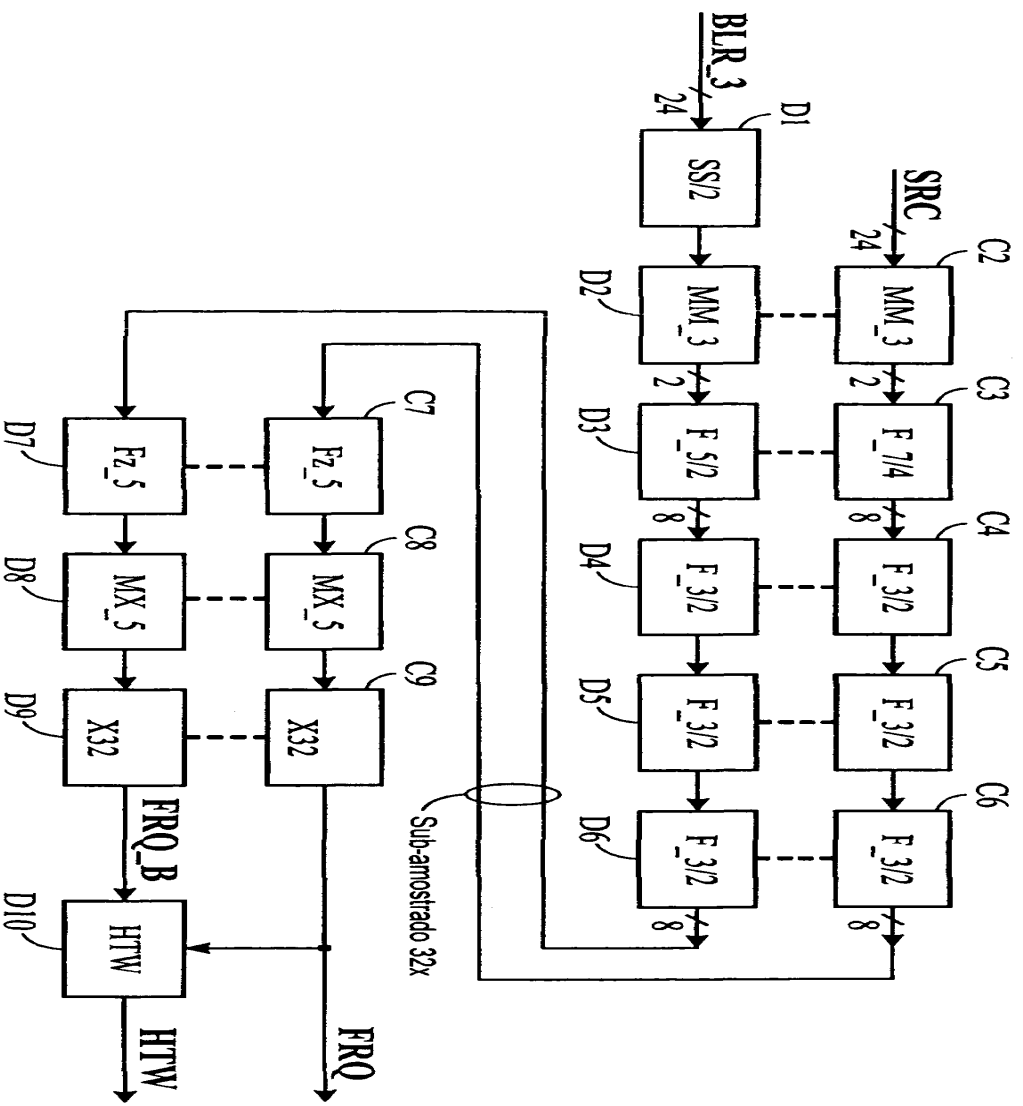


FIG. 18

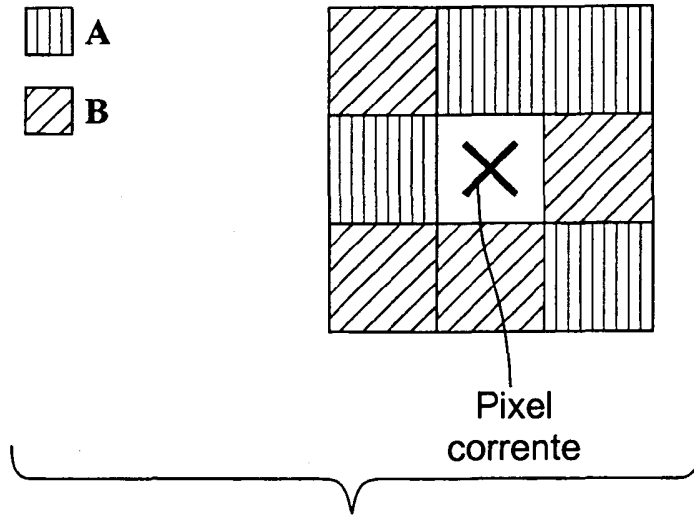


FIG. 19

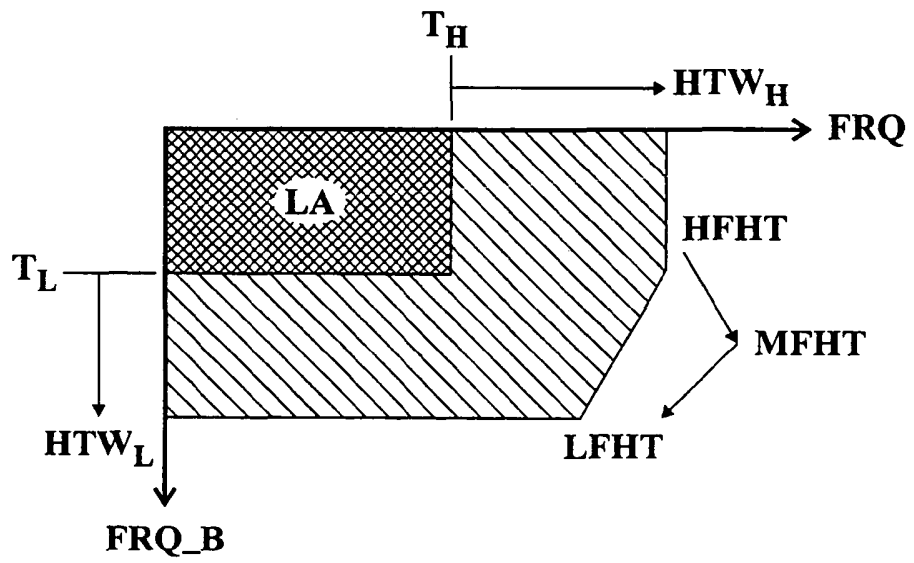


FIG. 20

RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO E SISTEMA PARA SEPARAR UM SINAL DE IMAGEM EM UM CONJUNTO DE PLANOS DE IMAGEM"**.

A invenção refere-se a um método e um sistema para separar
5 um sinal de imagem em um conjunto de planos de imagem. O sistema compreende um módulo min-max (310), um módulo de limiar dinâmico (320) e um módulo de separação (330). O módulo min-max (310) recebe o sinal de imagem, busca um mínimo e um máximo dentro de pelo menos uma janela centrada em um pixel atual no sinal de imagem. O módulo de limiar dinâmico
10 (320) computa, para a janela, em função do mínimo e máximo respectivos recebidos do módulo min-max (310) e do pixel atual, um indicador respectivo que representa a distância e direção do pixel atual em relação a um plano limiar respectivo, e emite um sinal de controle baseado no indicador. O módulo de separação (330) separa o sinal de imagem no conjunto de planos de
15 imagem de acordo com o sinal de controle pela inclusão de uma representação do pixel corrente em pelo menos um dos planos de imagem.