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

(11) PI 0517743-0 B1

(22) Data do Depósito: 26/10/2005

(45) Data de Concessão: 27/06/2017

(54) Título: MÉTODO E APARELHO PARA CRIAR UM BLOCO DE GRANULAÇÃO DE FILME

(51) Int.Cl.: G06T 5/10; G06T 5/00; H04N 19/625

(52) CPC: G06T 5/10,G06T 5/002,G06T 2207/20052,G06T 2207/20204,H04N 19/625

(30) Prioridade Unionista: 16/11/2004 US 60/628.286
(73) Titular(es): THOMSON LICENSING

(72) Inventor(es): CRISTINA GOMILA; JOAN LLACH

"MÉTODO E APARELHO PARA CRIAR UM BLOCO DE GRANULAÇÃO DE FILME"

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

Este pedido reivindica prioridade sob 35 U.S.C. 119(e) para o pedido provisório de patente US 60/630640, depositado em 23 de novembro de 2004, cujos preceitos são aqui incorporados.

CAMPO TÉCNICO

Esta invenção diz respeito a uma técnica para simular granulação de filme em uma imagem.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Filmes de imagem em movimento compreendem cristais de haleto de prata dispersos em uma emulsão e revestidos em finas camadas em uma base de filme. A exposição e a revelação destes cristais forma a imagem fotográfica que consiste em minúsculas e discretas partículas de prata. Em negativos a cores, a prata sofre remoção química depois da revelação e minúsculas bolhas de corante ocorrem nos locais onde os cristais de prata se formam. Estas pequenas manchas de corante são comumente chamadas de 'granulação' em filmes a cores. A granulação aparece distribuída aleatoriamente na imagem resultante em virtude da formação aleatória dos cristais de prata na emulsão original. Em uma área uniformemente exposta, alguns cristais são revelados depois da exposição, enquanto outros não.

A granulação varia em tamanho e forma. Quanto mais rápido for o filme, maiores os blocos de prata formados e bolhas de corantes geradas e mais eles tendem a se agrupar

em padrões aleatórios. O padrão de granulação é tipicamente conhecido como 'granularidade'. O olho nu não consegue distinguir granulações individuais, que variam de 0,0002 mm até cerca de 0,002 mm. Em vez disto, o olho resolve grupos de granulações, referidos como bolhas. Um espectador identifica estes grupos de bolhas como granulação de filme. À medida em que a resolução da imagem fica maior, a percepção da granulação de filme fica mais alta. A granulação de filme fica claramente perceptível no cinema e em imagens de alta definição, enquanto que a granulação de filme progressivamente perde importância na SDTV e fica imperceptível em formatos menores.

Tipicamente, filmes de imagem em movimento contêm interferências que dependem da imagem que resultam tanto do processo físico de exposição e revelação do filme fotográfico quanto da subseqüente edição das imagens. O filme fotográfico processa um padrão ou textura quase aleatório característico que resulta da granularidade física da emulsão fotográfica. Alternativamente, um padrão similar pode ser simulado sobre imagens geradas por computador a fim de combiná-las com o filme fotográfico. Em ambos casos, esta interferência que depende da imagem é referida como granulação. Muito freqüentemente, a textura de granulação moderada apresenta um recurso desejado em imagens em movimento. Em alguns exemplos, a granulação de filme provê sinais visuais que facilitam a correta percepção das imagens bidimensionais. A granulação de filme freqüentemente varia em um único filme para prover vários sinais como referência de tempo, ponto de

vista, etc. Existem muitos outros usos técnicos e artísticos para controlar a textura da granulação na indústria de imagem em movimento. Portanto, preservar a aparência granulada das imagens por todo o processamento de imagem e cadeia de distribuição tornou-se uma exigência na indústria de imagem em movimento.

Diversos produtos disponíveis comercialmente têm a capacidade de simular granulação de filme, freqüentemente para combinar um objeto gerado por computador em uma cena natural. Cineon® de Eastman Kodak Co, Rochester New York, uma das primeiras aplicações de filme digital a implementar simulação de granulação, produz resultados bastante realísticos para muitos tipos de granulações. Entretanto, a aplicação Cineon® não produz bom desempenho para muitos filmes de alta velocidade em virtude das listras diagonais perceptíveis que a aplicação produz para configurações de alta granulação e tamanho. Adicionalmente, a aplicação Cineon® não consegue simular a granulação com fidelidade adequada quando as imagens são sujeitas a processamento prévio, por exemplo, tal como quando as imagens são copiadas ou processadas digitalmente.

~~Um outro produto comercial que simula a granulação~~ de filme é Grain Surgery™ de Visual Infinity Inc., que é usado como um suporte lógico que adiciona funcionalidade da Adobe® After Effects®. O produto Grain Surgery™ parece gerar granularidade sintética filtrando um conjunto de números aleatórios. Esta abordagem apresenta a desvantagem de uma alta complexidade computacional.

Nenhum destes esquemas anteriores resolve o problema de restaurar a granulação de filme em vídeo comprimido. A granulação de filme constitui um fenômeno quase aleatório em alta freqüência que tipicamente não pode submeter-se à compressão usando métodos espaciais e temporais convencionais que tiram vantagem de redundâncias nas seqüências de vídeo. Tentativas de processar imagens originadas em filme que usam as técnicas de compressão MPEG-2 ou ITU-T/ISO H.264 usualmente resultam tanto em um grau de compressão inaceitavelmente baixo quanto em perda completa da textura de granulação.

Assim, existe uma necessidade de uma técnica que simula granulação de filme, especialmente uma técnica que oferece complexidade relativamente baixa.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Em resumo, de acordo com os presentes princípios, é provido um método para simular um bloco de granulação de filme. O método começa obtendo um bloco de coeficientes transformados pré-computado. Então, o bloco do bloco de coeficientes transformados pré-computado passa por filtragem responsiva a uma faixa de freqüência que caracteriza um padrão desejado de granulação de filme. (Na prática, a faixa de freqüência encontra-se em um conjunto de freqüências de corte f_{HL}, f_{VL}, f_{HH} e f_{VH} de um filtro em duas dimensões que caracteriza um padrão desejado de granulação de filme). Daí em diante, o conjunto filtrado de coeficientes passa por uma transformada inversa para produzir o padrão de granulação de filme.

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS DESENHOS

A Figura 1 representa um diagrama de blocos esquemático da combinação de um transmissor e um receptor em uma cadeia de processamento de granulação de filme usado para praticar a técnica dos presentes princípios;

A Figura 2 representa, em forma de fluxograma, as etapas de um primeiro método para criar um bloco de granulação de filme usando coeficientes pré-computados;

A Figura 3 representa, em forma de fluxograma, as etapas de um método para a criação de padrão de granulação de filme usando COEFICIENTES DE TRANSFORMADA discreta de coseno (DCT) pré-computada de uma única imagem de ruído gaussiano; e,

A Figura 4 representa, em forma de fluxograma, as etapas de um método para criação de um padrão de granulação de filme usando COEFICIENTES DE TRANSFORMADA discreta de coseno (DCT) pré-computada de diversas imagens de ruído gaussiano.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Para entender a técnica dos presentes princípios para simular granulação de filme usando um conjunto de coeficientes ~~transformados pré-computados~~, uma visão geral resumida da simulação de granulação de filme certamente será proveitosa. A figura 1 representa um diagrama de blocos esquemático de um transmissor 10 que recebe um sinal de entrada de vídeo e, por sua vez, gera um fluxo comprimido de vídeo como sua saída. Além do mais, o transmissor 10 também gera informação indicativa da granulação de filme (se exis-

tir) presente na amostra. Na prática, o transmissor 10 pode compreender parte de uma matriz de central de operações de um sistema de televisão a cabo, ou outro tal sistema que distribui vídeo comprimido para um ou mais receptores à jusante 11, somente um dos quais é mostrado na figura 1. O transmissor 10 também pode tomar a forma de um codificador que apresenta mídia tipo DVD. O receptor 11 decodifica o fluxo de vídeo codificado e simula granulação de filme de acordo com a informação de granulação de filme e com o vídeo decodificado, ambos recebidos do transmissor 10 ou diretamente da própria mídia, no caso de um DVD ou semelhante, para produzir uma saída de fluxo de vídeo que simulou granulação de filme. O receptor 11 pode tomar a forma de um aparelho decodificador de televisão ou outro tal mecanismo que serve para decodificar vídeo comprimido e simular granulação de filme naquele vídeo.

O gerenciamento geral da granulação de filme exige que o transmissor 10 (isto é, o codificador) proveja informação com relação à granulação de filme no vídeo que chega. Em outras palavras, o transmissor 10 "modela" a granulação de filme. Adicionalmente, o receptor 11 (isto é, o decodificador) simula a granulação de filme de acordo com a informação de granulação de filme recebida do transmissor 10. O transmissor 10 melhora a qualidade do vídeo comprimido permitindo que o receptor 11 simule a granulação de filme no sinal de vídeo quando existe dificuldade em reter a granulação de filme durante o processo de codificação de vídeo.

Na modalidade ilustrada na figura 1, o transmissor

10 inclui um codificador de vídeo 12 que codifica o fluxo de vídeo usando qualquer uma das bem conhecidas técnicas de compressão de vídeo, tal como o padrão de compressão de vídeo ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10. Opcionalmente, um removedor 14 de granulação de filme, na forma de um filtro ou semelhante representado em linhas tracejadas na figura 1, pode existir à montante do codificador 12 para remover qualquer granulação de filme no fluxo de vídeo que chega antes da codificação. Na medida em que o vídeo que chega não contém granulação de filme não existe necessidade do removedor 14 de granulação de filme.

Um modelador 16 de granulação de filme aceita o fluxo de vídeo de entrada bem como o sinal de saída do removedor 14 de granulação de filme (quando presente). Usando tal informação de entrada, o modelador 16 de granulação de filme estabelece a granulação de filme no sinal de vídeo que chega. Na sua forma mais simples, o modelador 16 de granulação de filme pode compreender uma tabela de busca contendo modelos de granulação de filme para diferentes películas cinematográficas. A informação no sinal de vídeo que chega irá especificar a película cinematográfica particular originalmente usado para gravar a imagem antes da conversão para um sinal de vídeo, permitindo assim que o modelador 16 de granulação de filme selecione o modelo apropriado de granulação de filme para tal película cinematográfica. Alternativamente, o modelador 16 de granulação de filme pode compreender um processador ou circuito lógico dedicado que irá executar um ou mais algoritmos para amostrar o vídeo que chega e de-

terminar o padrão de granulação de filme que está presente.

O receptor 11 tipicamente inclui um decodificador de vídeo 18 que serve para decodificar o fluxo de vídeo comprimido recebido do transmissor 10. A estrutura do decodificador 18 dependerá do tipo de compressão realizada pelo codificador 12 no transmissor 10. Assim, por exemplo, o uso no transmissor 10 de um codificador 12 que emprega o padrão de compressão de vídeo ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 para comprimir vídeo que sai irá ditar a necessidade de um decodificador 18 compatível com H.264. No receptor 11 um simulador 20 de granulação de filme recebe a informação de granulação de filme do modelo 16 de granulação de filme. O simulador 20 de granulação de filme pode tomar a forma de um processador programado ou de um circuito lógico dedicado que tem a capacidade de simular granulação de filme para combinação através de um combinador 22 com o fluxo de vídeo decodificado.

A simulação de granulação de filme objetiva sintetizar amostras de granulação de filme que simulam a aparência do conteúdo original do filme. Da forma descrita, a modelagem de granulação de filme ocorre no transmissor 10 da ~~figura 1, enquanto que a simulação da granulação~~ de filme ocorre no receptor 11. Particularmente, a simulação da granulação de filme ocorre no receptor 11 junto com a decodificação do fluxo de vídeo que chega proveniente do transmissor 10 à montante da saída do fluxo de vídeo decodificado. Notar que o processo de decodificação que ocorre no receptor 11 não faz uso de imagens com granulação de filme adicionada.

Em vez disto, a simulação de granulação de filme constitui um método de pós-processamento para sintetizar granulação de filme simulada nas imagens decodificadas para exibição. Por este motivo, o padrão de compressão de vídeo ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 não contém especificações com respeito ao processo de simulação de granulação de filme. Entretanto, a simulação de granulação de filme exige informação com relação ao padrão de granulação no sinal de vídeo que chega, cuja informação tipicamente submete-se à transmissão em uma mensagem de Informação de Melhoria Complementar (SEI) característica de granulação de filme quando usa o padrão de compressão de vídeo ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 conforme especificado pela emenda 1 (extensões de faixa de fidelidade) daquele padrão de compressão.

A simulação de granulação de filme de acordo com os presentes princípios faz uso de um conjunto de coeficientes transformados pré-computado. Em outras palavras, o processo de simulação começa com um bloco, tipicamente, embora não necessariamente, de tamanho N x N, cujos coeficientes foram transformados antecipadamente à simulação, tipicamente, mas não necessariamente, usando uma transformação discreta de co-seno. Outras transformações são possíveis. Implementação bit exato do método de simulação dos presentes princípios ocorre realizando uma transformada inversa de número inteiro no bloco dos valores pré-computados.

O método de simulação de granulação de filme dos presentes princípios apresenta uma interessante equilíbrio entre a complexidade e as exigências de memória, se compara-

do com os métodos previamente divulgados. Por outro lado, o presente método reduz a complexidade das abordagens com base em transformação evitando a computação da transformação direta. Por outro lado, o método reduz as exigências de memória das abordagens com base em base de dados armazenando coeficientes transformados em vez de padrões de granulação de filme. O método proposto pode ser aplicado em sistemas HD DVD, sistemas BD ROM bem como em difusão por satélite, somente para citar poucos exemplos.

A figura 2 ilustra, em forma de fluxograma, as etapas do método dos presentes princípios para simular granulação de filme usando coeficientes pré-computados. O método da figura 2 começa na execução da etapa de início 100 durante a qual a inicialização tipicamente acontece, embora tal inicialização não precise necessariamente ocorrer. Daí em diante, a etapa 102 ocorre, durante a qual um bloco de coeficientes transformados pré-computados, tipicamente, embora não necessariamente, de tamanho N x N, é lido a partir de uma memória 103. Existem muitas técnicas para criar o conjunto de coeficientes pré-computados na memória 103 da figura 2. Por exemplo, os coeficientes transformados podem ser pré-computados usando uma transformação discreta de co-seno (DCT) em um conjunto de valores aleatórios, conforme descrito com detalhes em relação às figuras 3 e 4. Existem outras técnicas para computar um conjunto de coeficientes transformados antecipadamente à simulação da granulação de filme. Então, os coeficientes transformados passam por filtragem de freqüência durante a etapa 105 usando um conjunto pré-

definido de freqüências de corte f_{HL}, f_{VL}, f_{HH} e f_{VH} que representa freqüências de corte (em duas dimensões) de um filtro que caracteriza o padrão de granulação de filme desejado. Durante a etapa 106, o bloco de coeficientes transformados com freqüência filtrada passa por uma transformada inversa, tipicamente, embora não necessariamente, uma transformação discreta de co-seno inversa (IDCT), para produzir um bloco de granulação de filme antes que o processo termine com a etapa 108. Sob algumas circunstâncias, o dimensionamento do bloco de coeficientes transformados inversamente que segue a etapa 106 certamente será útil antes do fim do processo.

A figura 3 ilustra em forma de fluxograma um método para simulação de padrão de granulação de filme que usa coeficientes DCT pré-computados de uma única imagem de ruído gaussiano aleatório. O método da figura 3 começa na execução da etapa de início 300 durante a qual a inicialização ocorre, embora tal inicialização não precise necessariamente acontecer. Daí em diante, a etapa 202 ocorre, durante a qual um bloco de coeficientes transformados pré-computados, tipicamente, embora não necessariamente, de tamanho N x N é lido ~~a partir de uma memória 203. O bloco de coeficientes lido a~~ partir da memória 203 durante a etapa 202 tipicamente foi criado aplicando uma transformação DCT em uma imagem N x N de valores aleatórios gaussianos.

Depois da etapa 202, ocorre a etapa 204, que inicia a entrada em um laço que repete para todos os possíveis tamanhos e formas de granulação de filme. Na entrada no la-

ço, os coeficientes transformados passam por filtragem de freqüência durante a etapa 205 usando um conjunto pré-definido de freqüências de corte f_{HL}, f_{VL}, f_{HH} e f_{VH} que representa freqüências de corte (em duas dimensões) de um filtro que caracteriza o padrão desejado de granulação de filme. A próxima etapa 206 ocorre, durante a qual o bloco de coeficientes transformados com freqüência filtrada passa por uma transformada inversa, tipicamente, embora não necessariamente, uma transformação discreta de co-seno inversa (IDCT), para produzir um bloco de granulação de filme. Sob algumas circunstâncias, o dimensionamento do bloco de coeficientes transformado inversamente que segue ou precede a etapa 206 certamente será útil.

Daí em diante, o bloco de granulação de filme que resulta da transformada inversa realizada durante a etapa 206 (ou depois do dimensionamento, se tal dimensionamento ocorrer) passa pelo armazenamento em uma base de dados 209 durante a etapa 208. O laço iniciado durante a etapa 204 passa por repetição (isto é, etapas 205 e 206 são repetidas) para todos os tamanhos e formas possíveis de granulação de filme, depois do que a execução do laço termina durante a etapa 210, depois da qual o método termina durante a etapa 212. Conforme pode-se perceber a partir da descrição exposta, a imagem única de valores aleatórios gaussianos lida a partir da memória 203 durante a etapa 202 da figura 3 serve como o cerne para cada um dos padrões de granulação de filme armazenados na base de dados 210.

A Figura 4 ilustra em forma de fluxograma um méto-

do para simulação de padrão de granulação de filme que usa coeficientes DCT pré-computados de múltiplas imagens do ruído gaussiano aleatório. O método da figura 4 começa na execução da etapa de início 300 durante a qual a inicialização ocorre, embora tal inicialização não precise necessariamente acontecer. A próxima etapa 301 ocorre iniciando a entrada em um laço que se repete para todas os tamanhos e formas possíveis de granulação de filme. Na entrada no laço, a etapa 302 ocorre e um bloco de coeficientes transformados pré-computados, tipicamente, embora não necessariamente, de tamanho N x N, é lido a partir de uma memória 303. O bloco de coeficientes lido a partir da memória 303 durante a etapa 302 tipicamente compreende uma base de dados de transformações DCT de imagens N x N dos valores aleatórios gaussianos.

Depois da etapa 302, ocorre a etapa 305 e a imagem N x N dos coeficientes DCT lidos a partir da memória 303 passa por uma filtragem de freqüência que usa um conjunto pré-definido de freqüências de corte f_{HL}, f_{VL}, f_{HH} e f_{VH} que representa freqüências de corte (em duas dimensões) de um filtro que caracteriza o padrão desejado de granulação de filme. A próxima etapa 306 ocorre, durante a qual o bloco de ~~coeficientes transformados com freqüência filtrada passa por~~ uma transformada inversa, tipicamente, embora não necessariamente, uma transformação discreta de co-seno inversa (IDCT), para produzir um bloco de granulação de filme. Sob algumas circunstâncias, o dimensionamento do bloco de coeficientes transformados inversamente que segue a etapa 306 certamente será útil.

Daí em diante, a etapa 308 ocorre e o bloco de granulação de filme que resulta da transformada inversa pré-formada (e dimensionamento se pré-formado) passa pelo armazenamento em uma base de dados 309 durante a etapa 308.

O laço iniciado durante a etapa 301 passa por repetição (isto é, as etapas 302-308 são repetidas) para todos os tamanhos e formas possíveis de granulação de filme, depois do que a execução do laço termina durante a etapa 310, depois da qual o método termina durante a etapa 312. Diferente do método da figura 3 que faz uso de uma única imagem DCT de valores aleatórios gaussianos para todas as formas e tamanhos possíveis de granulação de filme, o método da figura 4 faz uso de uma imagem DCT separada para cada forma e tamanho diferente de granulação de filme. Ambos métodos permitem criar uma base de dados dos valores de granulação de filme na inicialização ou reinicialização do sistema para armazenamento em memória convencional tal como uma memória SRAM.

O exposto descreve uma técnica para simular granulação de filme usando coeficientes transformados pré-computados, desse modo reduzindo a complexidade.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para criar um bloco de granulação de filme, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas de:

(a) obter um bloco de coeficientes transformados pré-computado;

(b) filtrar a freqüência dos coeficientes transformados responsivo a uma faixa de freqüência que caracteriza um padrão desejado de granulação de filme; e

(c) realizar uma transformada inversa nos coeficientes transformados com freqüência filtrada.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de obter o bloco de coeficientes transformados pré-computado compreende adicionalmente a etapa de ler pelo menos um bloco de coeficientes transformados pré-computado a partir de uma memória.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de filtragem de freqüência compreende adicionalmente a etapa de filtrar os coeficientes transformados de acordo com um conjunto de freqüências de corte f_{HL}, f_{VL}, f_{HH} e f_{VH} de um filtro bidimensional que caracteriza o padrão desejado de granulação de filme.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de realizar uma transformada inversa de coeficientes compreende adicionalmente a etapa de realizar uma transformação discreta de coseno inversa.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADO pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de dimensionar o bloco de coeficientes transformados inversamente.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as etapas (b) e (c) são repetidas para todos os tamanhos e formas possíveis de granulação de filme para obter uma pluralidade de padrões de granulação de filme, todos derivados de um bloco de coeficientes transformados pré-computado.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as etapas (a), (b) e (c) são repetidas para todos os tamanhos e formas possíveis de granulação de filme para obter uma pluralidade de padrões de granulação de filme, cada um derivado de um bloco de coeficientes transformados pré-computado separado.

8. Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de armazenar cada conjunto de coeficientes filtrados inversamente transformados em uma memória em cada execução repetida da etapa (c).

9. Método, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de armazenar cada conjunto de coeficientes filtrados transformados inversamente em uma memória em cada execução repetida da etapa (c).

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de escalonar o conjunto de coeficientes filtrados

transformados inversamente antes que os coeficientes passem por transformada inversa.

11. Aparelho, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

uma primeira memória para armazenar pelo menos um bloco de coeficientes transformados pré-computado;

pelo menos um dentre um processador programado e de um circuito lógico dedicado para simular granulação de filme por (a) obtendo um bloco de coeficientes transformados pré-computado a partir da memória; (b) filtrando a freqüência dos coeficientes transformados responsivo a uma faixa de freqüência que caracteriza um padrão desejado de granulação de filme; e (c) realizando uma transformada inversa nos coeficientes transformados com freqüência filtrada.

12. Aparelho, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o pelo menos um dentre um processador programado e de um circuito lógico dedicado escalona adicionalmente os coeficientes transformados com freqüência filtrada transformados inversamente.

13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente uma ~~segunda memória para armazenar os coeficientes transformados~~ com freqüência filtrada transformados inversamente.

14. Aparelho, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

uma primeira memória para armazenar pelo menos um bloco de coeficientes transformados pré-computado;

dispositivo para obter um bloco de coeficientes

transformados pré-computado a partir da memória;

dispositivo para filtrar a freqüência dos coeficientes transformados responsivo a uma faixa de freqüência que caracteriza um padrão desejado de granulação de filme; e

dispositivo para realizar uma transformada inversa nos coeficientes transformados com freqüência filtrada.

15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente dispositivo para escalonar os coeficientes transformados com freqüência filtrada transformados inversamente.

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente uma segunda memória para armazenar os coeficientes transformados com freqüência filtrada transformados inversamente.

FIG. 1

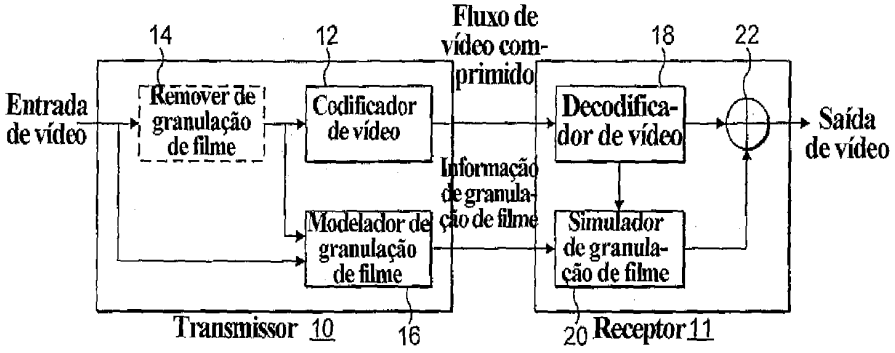


Figura 1 - Cadeia de processamento FGM

FIG. 2

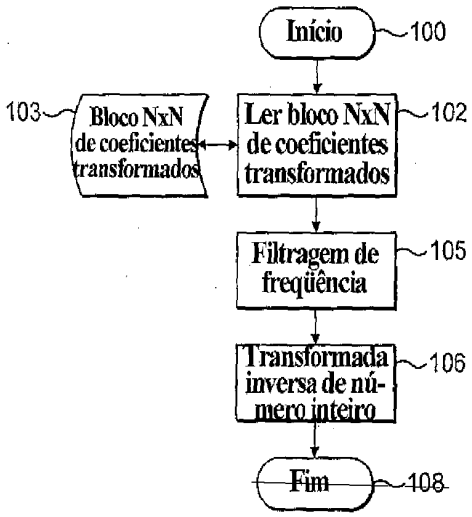


Figura 2 - Criação de bloco NxN de granulação de filme com base em coeficientes transformados pré-computados

FIG. 4

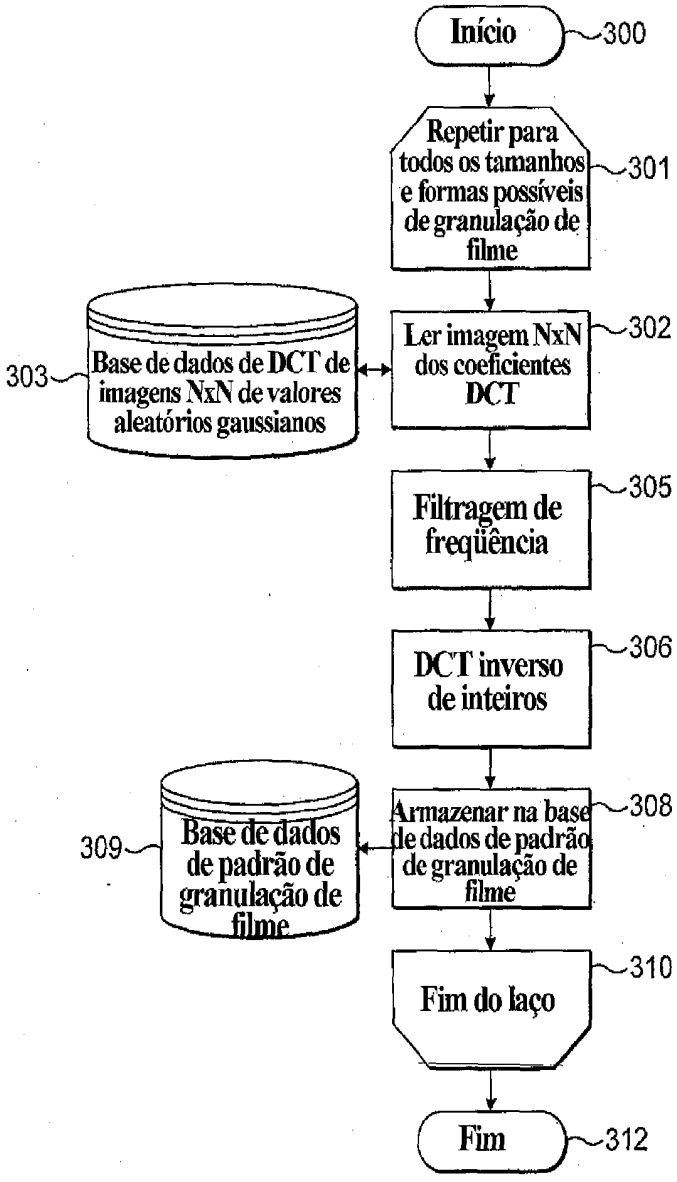


Figura 4 - Criação de padrão de granulação de filme usando uma pequena base de dados de coeficientes DCT pré-computados de diversas imagens de ruído gaussiano

FIG. 3

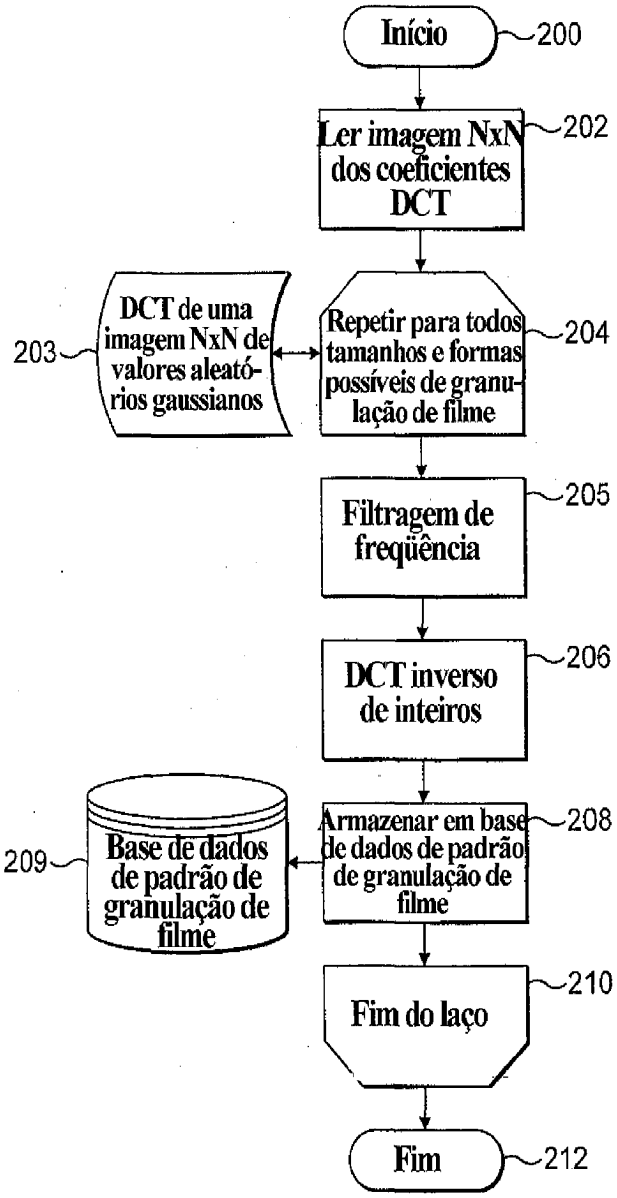


Figura 3 - Criação de padrão de granulação de filme usando coeficientes DCT pré-computados de uma única imagem de ruído gaussiano