



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007123610/09, 26.09.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.09.2005(30) Конвенционный приоритет:
23.11.2004 US 60/630,640

(43) Дата публикации заявки: 27.12.2008

(45) Опубликовано: 27.12.2009 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: CHRISTINA G., SEI message for film grain
encoding: syntax and results, JVT OF ISO IEC
MPEG AND ITU-T VCEG JVT-I013r2
REVISION 2, SAN DIEGO, 2 September 2003,
с.1-11. WO 2004095829 A1, 04.11.2004. US
6373992 B1, 16.04.2002. WO 0233958 A2,
25.04.2002. RU 2139637 C1, 10.10.1999.
CAMPISI P. et al. Signal-dependent film grain
noise generation using (см. прод.)

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 25.06.2007(86) Заявка РСТ:
US 2005/034723 (26.09.2005)(87) Публикация РСТ:
WO 2006/057703 (01.06.2006)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,
рег.№ 595

(72) Автор(ы):

ГОМИЛА Кристина (US),
ЛАЧ Хоан (US),
КУПЕР Джеффри Аллен (US)

(73) Патентообладатель(и):

ТОМСОН ЛАЙСЕНСИНГ (FR)

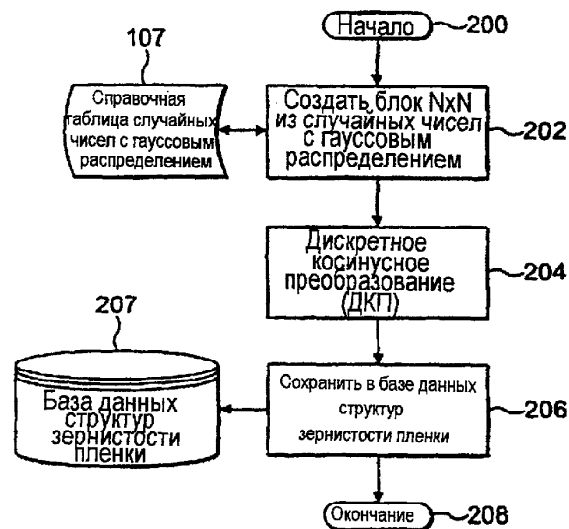
(54) МЕТОДИКА ИМИТАЦИИ ЗЕРНИСТОСТИ ПЛЕНКИ С НИЗКОЙ СЛОЖНОСТЬЮ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам имитации зернистости пленки в изображении. Техническим результатом является снижение сложности имитации зернистости пленки в изображении. Указанный результат достигается тем, что имитация зернистости

пленки в видеоизображении происходит путем сначала создания блока, т.е. матрицы преобразованных коэффициентов для набора частот среза f_{HL} , f_{VL} , f_{HH} и f_{VH} , связанных с желаемой структурой зернистости. (Частоты среза f_{HL} , f_{VL} , f_{HH} и f_{VH} представляют собой в двух измерениях частоты среза фильтра,

который задает характеристики желаемой структуры зернистости пленки. Блок преобразованных коэффициентов подвергается обратному преобразованию с получением образца зернистости пленки с точностью до бита, и этот образец с точностью до бита подвергается масштабированию для обеспечения возможности смешивания с видеосигналом для имитации зернистости пленки в этом сигнале. 4 н. и 16 з.п. ф-лы, 4 ил.



ФИГ. 4

(56) (продолжение):

homomorphic adaptive filtering, IEEE PROCEEDINGS: VISION, IMAGE AND SIGNAL PROCESSING, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, vol.147, no.3, 23 June 2000.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

G06T 5/00 (2006.01)*H04N* 5/253 (2006.01)*H04N* 7/26 (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007123610/09, 26.09.2005**(24) Effective date for property rights:
26.09.2005(30) Priority:
23.11.2004 US 60/630,640(43) Application published: **27.12.2008**(45) Date of publication: **27.12.2009 Bull. 36**(85) Commencement of national phase: **25.06.2007**(86) PCT application:
US 2005/034723 (26.09.2005)(87) PCT publication:
WO 2006/057703 (01.06.2006)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):

**GOMILA Kristina (US),
LACH Khoan (US),
KUPER Dzheffri Allen (US)**

(73) Proprietor(s):

TOMSON LAJSENSING (FR)**(54) METHOD OF EASY IMITATION OF FILM GRANULARITY**

(57) Abstract:

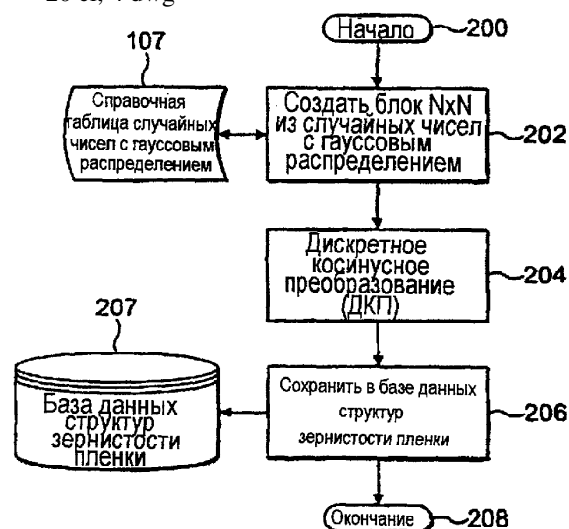
FIELD: physics; image processing.

SUBSTANCE: invention relates to methods of imitating film granularity in an image. The said result is achieved due to that, film granularity in a video image is imitated by creating a block first i.e. a matrix of transformed coefficients for a set of cutoff frequencies f_{HL} , f_{VL} , f_{HH} and f_{VH} , related to the desired granularity structure. Cutoff frequencies f_{HL} , f_{VL} , f_{HH} and f_{VH} represent cutoff frequency, in two measurements, of a filter which sets characteristics of the desired film granularity structure. The block of transformed coefficients undergoes inverse transformation, obtaining a sample of film granularity with accuracy of up to a bit, and the said sample is scaled in order to mix with a video signal for imitating film granularity in that signal.

EFFECT: easier imitation of film granularity in

an image.

20 cl, 4 dwg

**ФИГ. 4**

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

Данная заявка притязает на приоритет согласно §119(е) Раздела 35 Кодекса законов США (USC.) по предварительной заявке на патент США с порядковым №60/630640, поданной 23 ноября 2004 г., положения которой включены в настоящий документ.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Данное изобретение относится к методике имитации зернистости пленки в изображении.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Кинопленки содержат кристаллы галогенида серебра, диспергированные в эмульсию, которая наносится тонкими слоями на основу пленки. Экспозиция и проявка этих кристаллов образуют фотографическое изображение, состоящее из дискретных мельчайших частиц серебра. В цветных негативах серебро подвергается химическому удалению после проявления, и в тех местах, где образуются кристаллы серебра, появляются мельчайшие пятнышки красителя. Эти маленькие пятнышки красителя обычно называют «зернами» в цветной пленке. На результирующем изображении зерна выглядят случайно распределенными в силу случайного образования кристаллов серебра на исходной эмульсии. В пределах однородно экспонированной области некоторые кристаллы проявляются после экспозиции, тогда как другие - не проявляются.

Зерно изменяется по размеру и форме. Чем чувствительнее пленка, тем больше образовавшиеся скопления серебра и сформировавшиеся пятна красителя, и тем в большей степени они имеют тенденцию группироваться вместе в произвольные структуры. Зернистая структура обычно известна как «зернистость». Невооруженный глаз не может различать отдельные зерна, размер которых изменяется от 0,0002 мм до примерно 0,002 мм. Вместо этого глаз различает группы зерен, именуемые пятнами. Зритель распознает эти группы пятен как зернистость пленки. По мере того как разрешение изображения становится более высоким, восприятие зернистости пленки становится более сильным. Зернистость пленки становится явно заметной в киноизображениях и изображениях высокой четкости, тогда как зернистость пленки постепенно теряет свою важность в телевидении со стандартным разрешением (ТВСП, от англ. SDTV) и становится незаметной при меньших форматах.

Кинопленка обычно содержит зависящий от изображения шум, возникающий либо вследствие физического процесса экспонирования и проявления фотографической пленки, либо вследствие последующего редактирования изображений.

Фотографическая пленка обладает характерной псевдослучайной структурой или текстурой, возникающей вследствие физической зернистости фотоэмульсии.

Альтернативно, подобная структура может быть симитирована на компьютерно создаваемых изображениях для того, чтобы «стереть» их различие с изображением на фотографической пленке. В обоих случаях этот зависящий от изображения шум именуется зернистостью. Весьма часто в кинофильмах умеренная зернистая текстура представляет собой желательную особенность. В некоторых случаях зернистость пленки обеспечивает визуальные ориентиры (зрительную информацию), которые облегчают правильное восприятие двумерных картин. Зернистость пленки часто варьируют в пределах одной и той же пленки с тем, чтобы обеспечивать различные ориентиры в отношении временной привязки, точки наблюдения и т.д. В кинопромышленности существует много других технических и художественных применений для управления зернистой текстурой. Поэтому сохранение зернистого вида изображений на всем протяжении цепочки обработки и доставки изображений

стало требованием в кинопромышленности.

Несколько коммерчески доступных продуктов обладают способностью имитировать зернистость пленки часто для подмешивания созданного компьютером объекта в естественную сцену. Cineon® от компании Eastman Kodak Co, Rochester New York, одно из первых приложений цифровой пленки для осуществления имитации зернистости, дает весьма реалистические результаты для многих типов зернистости. Однако приложение Cineon® не дает хороших характеристик для многих высокоскоростных пленок из-за заметных диагональных полос, которые это приложение выдает при настройках с высоким размером зерна. Кроме того, приложение Cineon® не в состоянии имитировать зернистость с адекватной точностью в том случае, когда изображения подвергаются предшествующей обработке, например, такой, когда изображения копируют или обрабатывают в цифровой форме.

Другим коммерческим продуктом, который имитирует зернистость пленки, является Grain Surgery™ от компании Visual Infinity Inc., который используется в качестве дополнительного модуля к Adobe® After Effects®. Продукт Grain Surgery™, как представляется, генерирует искусственную зернистость путем фильтрации набора случайных чисел. Этот подход имеет недостаток, заключающийся в высокой вычислительной сложности.

Ни одна из этих последних схем не решает проблемы восстановления зернистости пленки в сжатом видео. Зернистость пленки представляет собой высокочастотный псевдослучайный эффект, который обычно не может подвергаться сжатию с использованием обычных пространственных и временных способов, которые используют преимущество избыточностей в видеопоследовательностях. Попытки обработать первоначально полученные на пленке изображения, используя способы сжатия MPEG-2 или ITU-T/ISO H.264, обычно приводят либо к неприемлемо низкой степени сжатия, либо к полной потере зернистой текстуры.

Международная заявка на патент WO/095829, опубликованная 4 ноября 2004 г. на имя Томсон Лайсенсинг С.А. (Thomson Licensing S.A.), описывает методику имитации зернистости пленки. Как описано в ней, имитация зернистости пленки в кодированном изображении происходит посредством извлечения зернистости пленки и затем характеристики этой зернистости пленки для кодирования в видеопотоке с обеспечением возможности восстановления зернистости пленки после декодирования. Обычно зернистость пленки характеризуют на основе либо типа пленки, либо с использованием конкретной модели. На практике характерные особенности зернистости пленки передают в виде параллельной информации к кодированному видеопотоку, обычно в виде сообщения с дополнительной расширяющей возможности информацией ("Supplemental Enhancement Information", SEI) о зернистости пленки при использовании стандарта кодирования видео ITU-T H.264. Несмотря на то что этот подход составляет полезную методику, связанная с этим процессом сложность не является обязательно низкой.

Таким образом, имеется потребность в методике имитации зернистости пленки, в частности - методике, которая привносит относительно низкую сложность.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Кратко, в соответствии с настоящими принципами предложен способ имитации зернистости пленки. Способ начинается созданием блока (то есть матрицы) преобразованных коэффициентов, соответствующих области полосы пропускания, связанной с желаемой структурой зернистости. (Область полосы пропускания определяется набором частот среза f_{HL} , f_{VL} , f_{HH} и f_{VH} , которые представляют собой

частоты среза (в двух измерениях) фильтра, который задает характеристики желаемой структуры зернистости пленки). Блок преобразованных коэффициентов подвергается обратному преобразованию с получением образца зернистости пленки с точностью до бита. Если требуется, этот образец с точностью до бита может подвергаться масштабированию, чтобы обеспечить возможность смешивания с видеосигналом для имитации зернистости пленки в этом сигнале.

На практике формирование блока преобразованных коэффициентов происходит следующим образом. Для каждого коэффициента с координатами (x, y) в этом блоке, где x и y являются целыми числами, соответственно обозначающими строку и столбец, получают случайное значение (r) , если каждая из координат x и y лежит в пределах полосы пропускания с частотами среза f_{HL} , f_{VL} , f_{HH} и f_{VH} соответственно. Значение коэффициента с координатами (x, y) становится случайным значением r . Процесс повторяют для каждого элемента в блоке.

Методика имитации зернистости пленки по настоящим принципам привносит пониженную сложность по сравнению с основанными на преобразованиях предшествующего уровня техники подходами к имитации зернистости пленки за счет избежания вычисления прямого преобразования. Эта методика также снижает требования к запоминающему устройству для основанных на базе данных подходов за счет хранения малого набора преобразованных коэффициентов вместо структур зернистости пленки. Предложенный способ, среди прочих применений, характеризуется применимостью в системах цифровых видеодисков с высокой плотностью записи (ЦВД ВП, от англ. HD DVD), системах постоянных запоминающих устройств на диске Blue Ray (БД ПЗУ, от англ. BD ROM), а также для спутникового вещания.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На фиг.1 изображена структурная блок-схема комбинации передатчика и приемника в цепи обработки информации о зернистости пленки, применимой для практического осуществления методики согласно настоящим принципам;

на фиг.2 в виде блок-схемы изображены этапы первого способа создания набора преобразованных коэффициентов для имитации зернистости пленки в соответствии с настоящими принципами;

на фиг.3 в виде блок-схемы изображены этапы второго способа создания набора преобразованных коэффициентов для имитации зернистости пленки в соответствии с настоящими принципами; и

на фиг.4 в виде блок-схемы изображены этапы способа создания базы данных структур зернистости пленки в соответствии с настоящими принципами.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Для лучшего понимания методики имитации зернистости пленки согласно настоящим принципам с использованием набора частот среза, которые задают характеристики структуры зернистости пленки, будет полезным представить краткий обзор имитации зернистости пленки. На фиг.1 изображена структурная блок-схема передатчика 10, который принимает входной видеосигнал и, в свою очередь, формирует сжатый видеопоток на своем выходе. В дополнение к этому передатчик 10 также формирует информацию, указывающую зернистость (если таковая имеется) пленки, присутствующую в образце. На практике передатчик 10 может содержать часть входного (головного) блока кабельной телевизионной системы или другую такую систему, которая распределяет сжатое видео на один или более находящихся ниже по потоку данных приемников 11, только один из которых показан на фиг.1.

Передатчик 10 может также принимать форму кодера, который предоставляет носители информации, подобные DVD-дискам. Приемник 11 декодирует кодированный видеопоток и имитирует зернистость пленки в соответствии с информацией о зернистости пленки и декодированным видео, которые оба приняты от передатчика 10 или непосредственно с самого носителя информации в случае DVD или тому подобного, выдавая выходной видеопоток, который имеет симитированную зернистость пленки. Приемник 11 может принимать форму телеприставки (декодера каналов кабельного телевидения) или другого такого механизма, который служит для декодирования сжатого видео и имитации зернистости пленки в этом видео.

Общее управление зернистостью пленки требует, чтобы передатчик 10 (т.е. кодер) обеспечивал во входящем видео информацию о зернистости пленки. Другими словами, передатчик 10 «моделирует» зернистость пленки. Далее приемник 11 (т.е. декодер) имитирует зернистость пленки согласно этой информации о зернистости пленки, принятой от передатчика 10. Передатчик 10 повышает качество сжатого видео, давая возможность приемнику 11 имитировать зернистость пленки в видеосигнале, когда имеется трудность в сохранении зернистости пленки во время процесса кодирования видеосигнала.

В проиллюстрированном на фиг.1 варианте воплощения передатчик 10 включает в себя видеокодер 12, который кодирует видеопоток, используя любой из известных способов сжатия видео, такой как стандарт сжатия видео ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10. Необязательно, выше по потоку данных относительно кодера может иметься изображенный на фиг.1 пунктирными линиями удалитель 14 зернистости пленки в виде фильтра или тому подобного для того, чтобы удалять любую зернистость пленки во входящем видеопотоке перед кодированием. В том случае, если входящее видео не будет содержать зернистости пленки, не будет необходимости и в удалителе 14 зернистости пленки.

Моделятор 16 зернистости пленки принимает входной видеопоток, а также выходной сигнал удалителя 14 зернистости пленки (если таковой имеется). Используя такую входную информацию, модельатор 16 зернистости пленки создает зернистость пленки во входящем видеосигнале. В своей самой простой форме модельатор 16 зернистости пленки может содержать справочную таблицу, содержащую модели зернистости пленки для различных типов неэкспонированной пленки. Информация во входящем видеосигнале будет указывать конкретный тип неэкспонированной пленки, использованной для первоначальной записи изображения перед преобразованием в видеосигнал, таким образом давая возможность модельатору 16 зернистости пленки выбрать соответствующую модель зернистости пленки для такого типа неэкспонированной пленки. Альтернативно, модельатор 16 зернистости пленки может содержать процессор или специализированную логическую схему, которая будет исполнять один или более алгоритмов выборки входящего видео и определения той структуры зернистости пленки, которая присутствует.

Приемник 11 обычно включает в себя видеодекодер 18, который служит для декодирования принятого от передатчика 10 сжатого видеопотока. Структура декодера 18 будет зависеть от типа сжатия, выполняемого кодером 12 внутри передатчика 10. Таким образом, например, использование внутри передатчика 10 кодера 12, который для сжатия выходящего видео использует стандарт сжатия видео ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10, будет диктовать необходимость в совместимом с H.264 декодере 18. Внутри приемника 11 имитатор 20 зернистости пленки принимает информацию о зернистости пленки от модельатора 16 зернистости

пленки. Имитатор 20 зернистости пленки может принимать форму запрограммированного процессора или специализированной логической схемы, обладающих способностью имитации зернистости пленки для объединения с декодированным видеопотоком посредством объединителя 22.

Имитация зернистости пленки имеет целью синтезировать образцы зернистости пленки, которые имитируют внешний вид содержимого исходной пленки. Как уже описано, моделирование зернистости пленки происходит в передатчике 10 по фиг.1, тогда как имитация зернистости пленки происходит в приемнике 11. В частности, имитация зернистости пленки происходит в приемнике 11 наряду с декодированием входящего видеопотока от передатчика 10, но выше по потоку данных относительно вывода декодированного видеопотока. Заметим, что в процессе декодирования, который происходит в приемнике 11, никоим образом не используются изображения с добавленной зернистостью пленки. Скорее, имитация зернистости пленки составляет способ последующей обработки для синтеза симитированной зернистости пленки в декодированных изображениях для вывода на экран (отображения). По этой причине стандарт сжатия видео ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 не содержит каких-либо технических требований, относящихся к процессу имитации зернистости пленки. Однако имитация зернистости пленки требует наличия во входящем видеосигнале информации, касающейся структуры зернистости, каковая информация обычно подвергается передаче в сообщении «дополнительная расширяющая возможности информация» (SEI) при использовании стандарта сжатия видео ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10, как указано Поправкой 1 (Расширения диапазона точности воспроизведения) этого стандарта сжатия.

В соответствии с настоящими принципами предложен имеющий низкую сложность способ имитации зернистости пленки, который предполагает, что используемое для имитации зернистости пленки преобразование является линейным. Способ согласно настоящим принципам, который осуществляется на практике посредством имитатора 20 зернистости пленки по фиг.1, формирует блок «зернистости пленки» в процессе, который включает в себя следующие три этапа: (1) создать блок преобразованных коэффициентов в соответствии с частотами среза для желаемой структуры зернистости пленки, (b) вычислить обратное преобразование и (c) масштабировать результирующие значения. Более полное описание каждого процесса следует ниже.

Создание блока преобразованных коэффициентов

Процесс создания блока преобразованных коэффициентов принимает в качестве входных данных набор частот среза, задающих характеристики желаемой структуры зернистости пленки, и выдает набор нормализованных случайных чисел. В предпочтительном варианте воплощения эти нормализованные случайные числа будут следовать гауссову распределению нормализованных случайных величин (независимые и тождественно распределенные по Гауссу выборки случайных переменных с нулевым средним и единичной дисперсией), тогда как частоты среза передаются в SEI-сообщении о характеристиках зернистости пленки, как определено стандартом ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 [v].

В проиллюстрированном варианте воплощения создание блочного изображения В (например, блока преобразованных коэффициентов размером $N \times N$) в частотном диапазоне происходит проиллюстрированным в виде блок-схемы на фиг.2 образом. Процесс начинается с этапа 100 начала, во время которого происходит инициализация. За этапом 100 происходит этап 102, начинающий цикл, который перебирает все

коэффициенты из блока N×N, устанавливая пару рабочих переменных (x, y) для всех возможных значений в интервале целочисленных значений [0,N-1]×[0,N-1].

Переменные x и y, каждая, представляют собой соответственно координаты x и y одного элемента в блоке (т.е. матрице) преобразованных коэффициентов, полученных при этом процессе. Во время этапа 104 происходит проверка, находятся ли значения x и y в пределах полосы пропускания, определенной частотами среза f_{HL} и f_{VL} и f_{HH} и f_{VH} . Если это так, происходит этап 106, и генерируется случайное число, а во время этапа 108 это случайное число присваивается коэффициенту в этом блоке с координатами x и y, соответствующими текущему значению рабочих переменных x и y соответственно. Этап 104 иллюстрирует предпочтительный вариант воплощения проверки значений x и y для того, чтобы решить, находятся ли они в пределах полосы пропускания, определенной частотами среза, однако являются возможными и другие критерии.

Если текущие значения x и y не находятся одновременно в пределах полосы пропускания, определенной частотами среза f_{HL} и f_{HH} и f_{VL} и f_{VH} желаемой структуры зернистости пленки, как передано в SEI-сообщении, то во время этапа 110 коэффициент в этом блоке, связанный с текущим значением x и y, устанавливается равным нулю. За любым из этапов 108 либо 110 далее происходит этап 112, и рабочим переменным x и y дают приращение, при условии, что x и $y \leq N$, и исполнение переходит на этап 104. В противном случае цикл завершается во время этапа 112, и способ заканчивается на этапе 114 окончания.

Способ создания блока преобразованных коэффициентов, изображенный на фиг.2, может быть описан в виде цикла "for" («для») вычислительной программы следующим образом:

```
for(y=0; y<N; y++)
for(x=0; x<N; x++)
if((x<fHL && y<fVL) || x>fHH || y>fVH)
B[x][y]=0
else
B[x][y]=r
B[0][0]=0
```

Заметим, что f_{HL} и f_{VL} составляют соответственно горизонтальную и вертикальную нижние частоты среза, а f_{HH} и f_{VH} составляют соответственно горизонтальную и вертикальную верхние частоты среза желаемой структуры зернистости пленки, и r составляет нормализованное случайное число. На практике гауссово случайное число r может быть сформировано из двух независимых, однородно распределенных случайных величин, используя преобразование Бокса-Мюллера (Box-Muller), заданное как

$$r = \sqrt{-2 \ln(x_1)} \cdot \sin(2\pi x_2)$$

причем $\ln(\cdot)$ является натуральным логарифмом, $\sin(\cdot)$ является синусоидальной функцией (является константой Архимеда, а x_1 и x_2 находятся в интервале (0,1), не включающей в себя 0.

На фиг.3 изображен альтернативный предпочтительный способ создания блока преобразованных коэффициентов. Блок-схема способа по фиг.3 включает в себя почти все те же этапы, что и способ по фиг.2, и, следовательно, сходные ссылочные позиции, как и на фиг.2, появляются на фиг.3 для описания сходных этапов. Способ по фиг.3

отличается в нижеследующем отношении. Вместо получения случайного числа во время этапа 106 по фиг.2 посредством математического вычисления способ создания блока преобразованных коэффициентов по фиг.3 включает в себя этап 105 получения случайного числа из справочной таблицы 110 предварительно вычисленных случайных чисел с гауссовым распределением. В других отношениях два способа реализуют на практике одинаковые этапы.

Необязательно, способы формирования блока преобразованных коэффициентов по фиг.2 и 3 могут принудительно задавать коэффициент в позиции 0,0 (то есть коэффициент дискретный косинус (ДК)) становящимся нулем для того, чтобы обеспечивать, что после обратного преобразования сигнал будет иметь нулевое среднее. Большие отклонения от нуля для коэффициента ДК могут вызывать большие отклонения в среднем значении для результирующего блока зернистости пленки. Как следствие, при смещении зернистости пленки с декодированным изображением блоки могут демонстрировать видимые изменения в их среднем значении (т.е. блоки могут становиться либо более темными, либо более яркими).

В случае, когда f_{HL} и f_{VL} оба равны нулю, создание блочного изображения В в частотном диапазоне может происходить следующим образом:

```

for(y=0; y<N; y++)
  for(x=0; x<N; x++)
    if(x>fHH || y>fVH)
      B[x][y]=0
    else
      B[x][y]=r
      B[0][0]=0

```

Если предположить также возможность выполнения инициализации нулевым значением после выделения области памяти для блочного изображения, предыдущий способ может быть упрощен к нижеследующему выражению:

```

for(y=0; y<N; y++)
  for(x=0; x<N; x++)
    if(x<=fHH && y<=fVH)
      B[x][y]=r

```

Заметим, что процессы, описанные на фиг.2 и 3, используют $(f_{HH}-f_{HL}+1)*(f_{VH}-f_{VL}+1)$ нормализованных случайных значений, таким образом избегая этапа фильтрации, который обычно следует за вычислением прямого преобразования блока нормализованных случайных чисел.

Вычисление обратного преобразования

За формированием блока преобразованных коэффициентов происходит вычисление обратного преобразования обычно в соответствии с общей формулой

$$b=a \cdot (C^T \times B \times C),$$

где a составляет коэффициент масштабирования, который компенсирует изменение интенсивности, происходящее вследствие формирования блока преобразованных коэффициентов. В типичном случае коэффициент масштабирования a может иметь значение единицы.

При использовании дискретного косинусного преобразования (ДКП) вычисление матрицы C преобразования происходит следующим образом:

$$C = \begin{pmatrix} c_{\theta,\theta} & \dots & c_{\theta,N-1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{N-1,\theta} & \dots & c_{N-1,N-1} \end{pmatrix}$$

$$c_{m,n} = k \cos\left(\frac{(2n+1)m\pi}{2N}\right)$$

$$k = \begin{cases} \sqrt{1/N} & \text{если } m=0 \\ \sqrt{2/n} & \text{иначе} \end{cases}$$

$$\text{в этом случае } a = \frac{1}{\|C\| \cdot \|C^T\|}.$$

Масштабирование результирующих значений обратного преобразования

После создания блока преобразованных коэффициентов и вычисления обратного преобразования блока процесс имитации зернистости пленки согласно настоящим принципам обычно включает в себя этап масштабирования структуры зернистости пленки до соответствующей интенсивности зернистости пленки, хотя такое масштабирование происходит не обязательно. Для приложений видеокодирования информация об интенсивности зернистости пленки обычно подвергается передаче в SEI-сообщении, как определено в стандарте ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10.

Процесс масштабирования обычно происходит нижеследующим образом:

```
for(y=0; y<N; y++)
for(x=0; x<N; x++)
b[x][y]*=scaling_factor (коэффициент масштабирования).
```

Этот подход представляет собой компромисс между сложностью и требованиями к запоминающему устройству при сравнении со способами предшествующего уровня техники. С одной стороны, способ масштабирования согласно настоящим принципам уменьшает сложность подходов на основе преобразования, избегая вычисления прямого преобразования и фильтрации в частотном диапазоне. С другой стороны, способ масштабирования согласно настоящим принципам уменьшает требования к запоминающему устройству для подходов на основе базы данных за счет хранения только малого набора преобразованных коэффициентов вместо полных структур зернистости пленки.

Способ согласно настоящим принципам может служить для инициализации базы данных структур зернистости пленки. В частности, этапы создания блока преобразованных коэффициентов и вычисления обратного преобразования этого блока могут служить для инициализации базы данных структур зернистости пленки, как проиллюстрировано в виде блок-схемы на фиг.4. Способ по фиг.4 начинается после исполнения этапа 200 начала, при котором происходит инициализация. После этого происходит этап 202 формирования блока гауссовых случайных значений с использованием либо способа по фиг.2, либо способа по фиг.3. При применении способа формирования блока преобразования по фиг.3 каждый элемент - случайное число получают путем доступа к справочной таблице 107 случайных чисел с гауссовым распределением, как обсуждалось ранее. За этапом 202 блок гауссовых случайных значений подвергается обратному преобразованию, обычно через обратное дискретное косинусное преобразование (ОДКП) во время этапа 204 наряду с соответствующим масштабированием. Во время этапа 206 структуры зернистости пленки подвергаются сохранению в базе 207 данных. После этого процесс заканчивается на этапе 208. Процесс по фиг.4 дает возможность создания базы 207

данных после инициализации системы или повторной установки и обеспечивает возможность сохранения в традиционном запоминающем устройстве (обычно статическом запоминающем устройстве с произвольной выборкой (ЗУПВ)).

Предшествующее описывает способ имитации зернистости пленки в изображении, который предоставляет преимущество низкой сложности.

Формула изобретения

1. Способ имитации зернистости пленки, содержащий этапы, на которых создают коэффициенты преобразования образца зернистости пленки, причем эти коэффициенты являются случайными значениями при условии, что они находятся в области полосы пропускания закодированного блока изображения, определенной набором частот среза, которые являются указывающими на желаемую структуру зернистости пленки; и выполняют обратное преобразование созданных коэффициентов с получением образца зернистости пленки.

2. Способ по п.1, в котором коэффициенты создают с помощью этапов, на которых: (а) для каждого коэффициента с координатами (х, у) получают значение, которое является случайным значением при условии, что х и у находятся в полосе пропускания, определенной набором частот среза f_{HL} , f_{VL} , f_{HH} и f_{VH} , которые представляют собой частоты среза (в двух измерениях) фильтра, который характеризует желаемую структуру зернистости пленки, и нулем - в противном случае; (б) устанавливают значение коэффициента с координатами (х, у) на полученное значение; и (с) повторяют этапы (а) и (б) до тех пор, пока значение не будет установлено для каждого коэффициента.

3. Способ по п.2, дополнительно содержащий этап установки коэффициента с (0,0) на нулевое значение.

4. Способ по п.2, в котором каждое из случайных значений, полученных при условии, что х и у находятся в полосе пропускания, определенной набором частот среза f_{HL} , f_{VL} , f_{HH} и f_{VH} , следует гауссову распределению случайных величин.

5. Способ по п.2, в котором каждое из случайных значений получают посредством доступа к элементу из предварительно вычисленной справочной таблицы случайных значений.

6. Способ по п.1, дополнительно включающий в себя этап масштабирования образца зернистости пленки.

7. Способ создания коэффициентов, используемых для имитации желаемой структуры зернистости пленки, содержащий этапы, на которых: (а) для каждого коэффициента с координатами (х, у) получают значение, которое является случайным значением при условии, что х и у находятся в области полосы пропускания, определенной частотами среза f_{HL} , f_{VL} , f_{HH} и f_{VH} , которые представляют собой частоты среза (в двух измерениях) фильтра, который характеризует желаемую структуру зернистости пленки, и нулем - в противном случае; (б) устанавливают значение коэффициента с координатами (х, у) на полученное значение; и (с) повторяют этапы (а) и (б) до тех пор, пока не будет установлено значение для каждого коэффициента.

8. Способ по п.7, дополнительно содержащий этап установки коэффициента с (0,0) на нулевое значение.

9. Способ по п.7, в котором каждое из случайных значений, полученных при условии, что х и у находятся в области полосы пропускания, определенной частотами

среза f_{HL} , f_{VL} , f_{HH} и f_{VH} , следует гауссову распределению случайных величин.

10. Способ по п.7, в котором каждое из случайных значений получают путем доступа к элементу из предварительно вычисленной справочной таблицы случайных значений.

11. Способ по п.7, дополнительно включающий в себя этап выполнения обратного преобразования над коэффициентами.

12. Способ по п.11, дополнительно включающий в себя этап масштабирования обратного преобразования коэффициентов с получением структуры образцов зернистости пленки.

13. Способ по п.12, дополнительно содержащий этап инициализации базы данных структур зернистости пленки с использованием одиночного блока коэффициентов для создания всех возможных структур зернистости пленки.

14. Способ по п.12, дополнительно содержащий этап инициализации базы данных структур зернистости пленки с использованием многочисленных блоков коэффициентов для создания всех возможных структур зернистости пленки.

15. Устройство для имитации зернистости пленки, содержащее одно из запрограммированного процессора и логической схемы для (1) создания коэффициентов преобразования образца зернистости пленки, причем эти коэффициенты являются случайными значениями при условии, что они находятся в области полосы пропускания закодированного блока изображения, определенной набором частот среза, которые являются указывающими на желаемую структуру зернистости пленки; (2) выполнения обратного преобразования для созданных коэффициентов; и (3) масштабирования обратно преобразованных коэффициентов с созданием симитированной структуры зернистости пленки.

16. Устройство по п.15, в котором одно из запрограммированного процессора или логической схемы создает коэффициенты путем (а) получения для каждого коэффициента с координатами (х, у) значения, которое является случайным значением при условии, что х и у находятся в полосе пропускания, определенной частотами среза f_{HL} , f_{VL} , f_{HH} и f_{VH} , которые представляют собой частоты среза (в двух измерениях) фильтра, который характеризует желаемую структуру зернистости пленки, и нулем - в противном случае; (б) установки значения коэффициента с координатами (х, у) на полученное значение, и (с) повторения (а) и (с) до тех пор, пока не будет установлено значение для каждого коэффициента.

17. Устройство по п.15, в котором одно из запрограммированного процессора или логической схемы создает коэффициенты путем установки коэффициента с (0,0) на нулевое значение.

18. Устройство по п.15, в котором одно из запрограммированного процессора или логической схемы создает коэффициенты так, что каждое из случайных значений, полученных при условии, что $x \geq f_{HL}$ или $y \geq f_{VL}$ и $x \leq f_{HH}$ и $y \leq f_{VH}$, следует гауссову распределению случайных величин.

19. Устройство по п.15, в котором одно из запрограммированного процессора или логической схемы получает каждое из случайных значений путем доступа к элементу из предварительно вычисленной справочной таблицы случайных значений.

20. Устройство для имитации зернистости пленки, содержащее средства для создания коэффициентов преобразования образца зернистости пленки, причем эти коэффициенты являются случайными значениями при условии, что они находятся в области полосы пропускания закодированного блока изображения, определенной набором частот среза, которые являются указывающими на желаемую структуру

зернистости пленки; средства для выполнения обратного преобразования созданных коэффициентов; и средства для масштабирования обратно преобразованных коэффициентов с созданием симитированной структуры зернистости пленки.

5

10

15

20

25

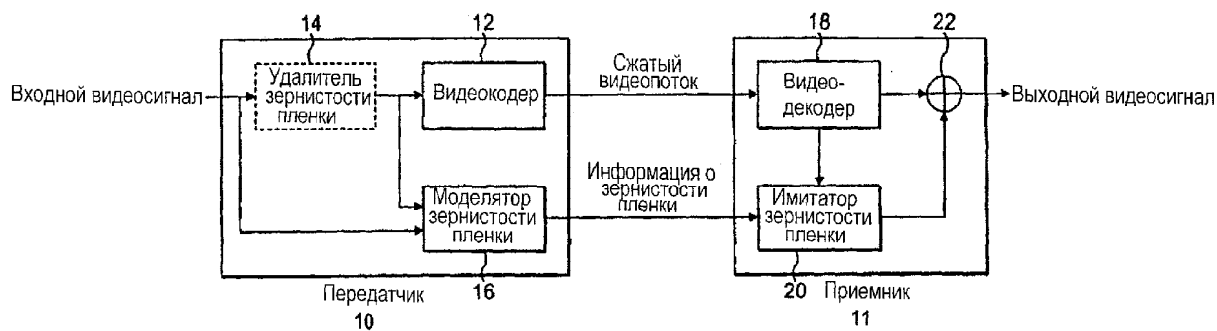
30

35

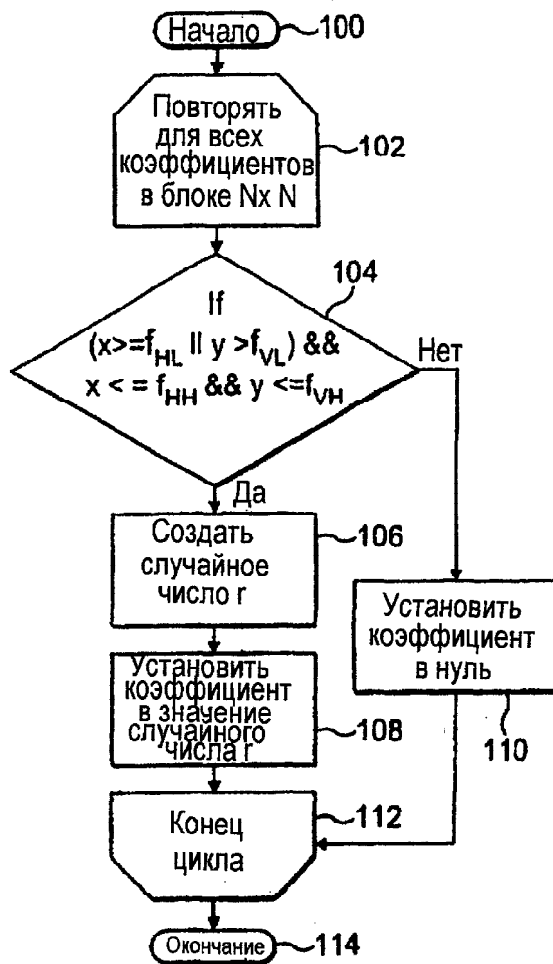
40

45

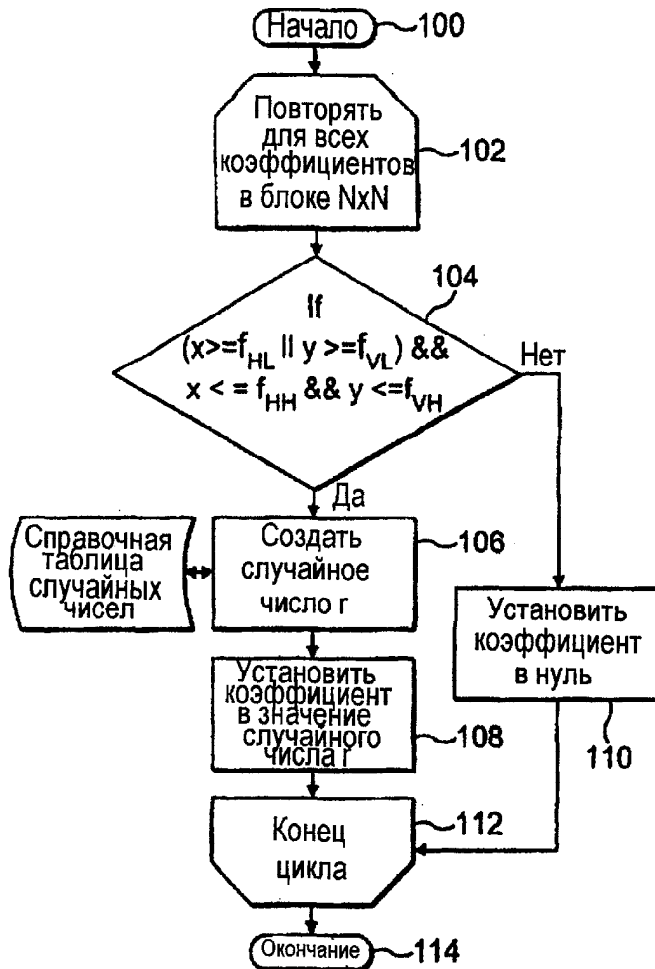
50



ФИГ. 1



ФИГ. 2



ФИГ. 3