



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014136061/07, 04.09.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.03.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:

15.03.2011 US 61/453,107;

07.12.2011 US 61/567,784

Номер и дата приоритета первоначальной заявки,
из которой данная заявка выделена:

2013145821 15.03.2011

(43) Дата публикации заявки: 10.12.2015 Бюл. № 34

(45) Опубликовано: 27.04.2016 Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2008297815 A1, 2008-12-04. US
2011013208 A1, 2011-01-20. US 2009002561 A1,
2009-01-01. US 2004057061 A1, 2004-03-25. RU
2413383 C2, 2011-02-27. KEVIN SHAW, Color
Correction, Enhancement and Creativity:
Advancing the Craft, October 2005, найдено в
Internet: URL: <http://www.finalcolor.com/acrobat/SoftwareCC.pdf>. Adobe Photoshop 5.0 Limited
Edition, (см. прод.)

Адрес для переписки:

123242, Москва, Кудринская пл., 1, а/я 35,

"Михайлюк, Сороколат и партнеры-патентные
поверенные"

(72) Автор(ы):

БАЛЛЕСТАД Андерс (CA),

КОСТИН Андрей (US),

ВАРД Грегори Джон (US)

(73) Патентообладатель(и):

ДОЛБИ ЛАБОРАТОРИС ЛАЙСЭНЗИН

КОРПОРЕЙШН (US)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯ

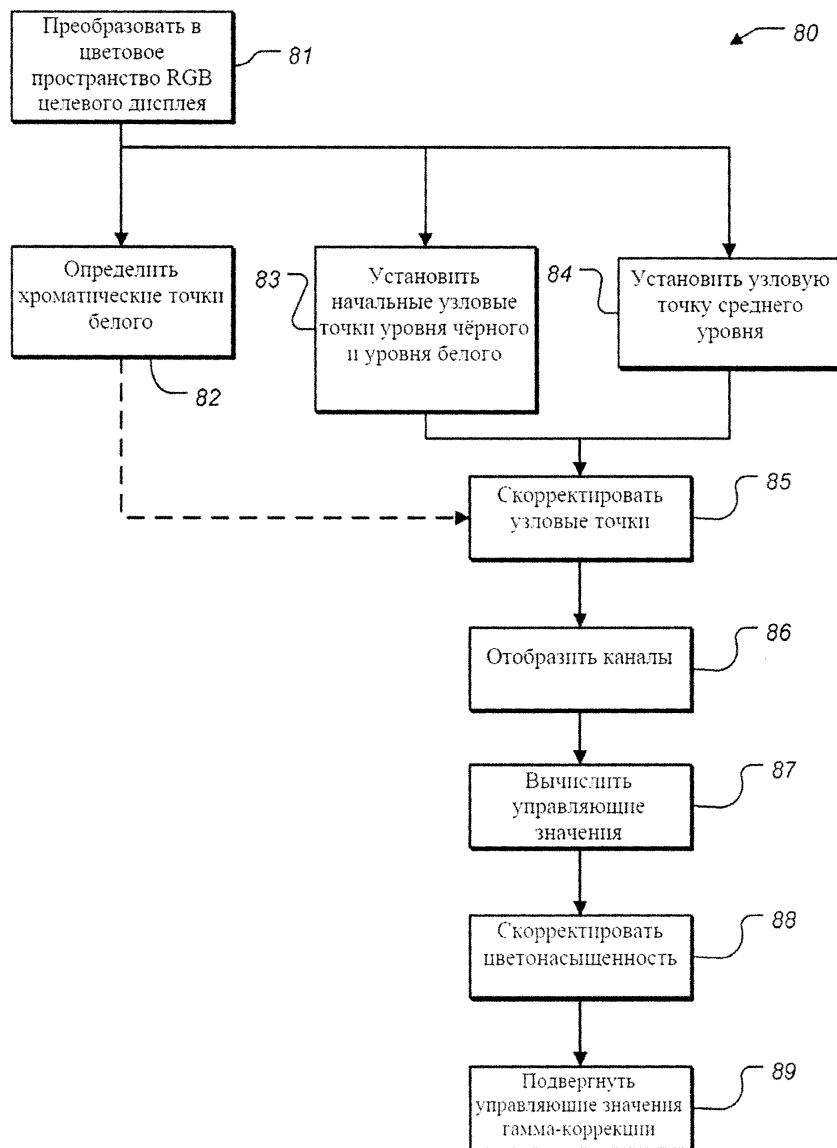
(57) Реферат:

Изобретение относится к демонстрации и
обработке изображений, в частности к способам
и устройству, включающим тональное
отображение и/или отображение цветовой гаммы,
и может применяться для создания качественных
изображений на целевых дисплеях при сохранении
творческого замысла. Техническим результатом
является обеспечение зрителей впечатлениями от
просмотра изображений, которые эксплуатируют
возможности дисплеев, на которых они
просматривают эти изображения. Указанный
технический результат достигается тем, что

данные изображения преобразовываются для
демонстрации на целевом дисплее, при этом
сигмоидальная функция преобразования
предусматривает свободный параметр, причем
преобразования в узловых точках не подвержены
влиянию свободного параметра, при этом
свободный параметр управляет контрастностью
в средней области, а узловые точки содержат
узловые точки уровня черного и уровня белого
и узловую точку средних тонов, узловая точка
уровня черного соответствует преобразованию
из уровня черного дисплея цветоустановки,

использованного при цветоустановке или подтверждающего данные изображения в уровень черного целевого дисплея, узловая точка уровня белого соответствует преобразованию из уровня белого дисплея цветоустановки в уровень белого целевого дисплея; при этом узловая точка средних тонов влияет на целевую яркость данных изображения целевого дисплея; где уровень черного дисплея цветоустановки отличается от

уровня черного целевого дисплея и/или уровень белого дисплея цветоустановки отличается от уровня белого целевого дисплея. Таким образом, преобразование может быть выбрано так, чтобы оно автоматически адаптировало данные изображения для демонстрации на целевом дисплее таким образом, чтобы сохранялся творческий замысел, воплощенный в данных изображения. 4 н. и 26 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг. 5

(56) (продолжение):

Chapter 4: Making Color and Tonal Adjustments, Adobe photoshop 5.0 User guide, 1 January 1998, c.c.67-89.
FARBMAN ZEEV et al, Edge-preserving decompositions for multi-scale tone and detail manipulation, ACM Transactions on Graphics (TOG), vol.27, no.3, 11 August 2008, c.c.1-10.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

H04N 1/62 (2006.01)*H04N 9/73* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2014136061/07, 04.09.2014**(24) Effective date for property rights:
15.03.2012

Priority:

(30) Convention priority:
15.03.2011 US 61/453,107;
07.12.2011 US 61/567,784Number and date of priority of the initial application,
from which the given application is allocated:
2013145821 15.03.2011(43) Application published: **10.12.2015** Bull. № 34(45) Date of publication: **27.04.2016** Bull. № 12

Mail address:

123242, Moskva, Kudrinskaja pl., 1, a/ja 35,
"Mikhajljuk, Sorokolat i partnery-patentnye
poverennye"

(72) Inventor(s):

BALLESTAD Anders (CA),
KOSTIN Andrey (US),
WARD Gregory John (US)

(73) Proprietor(s):

DOLBY LABORATORIES LICENSING
CORPORATION (US)(54) **METHOD AND DEVICE FOR CONVERTING IMAGE DATA**

(57) Abstract:

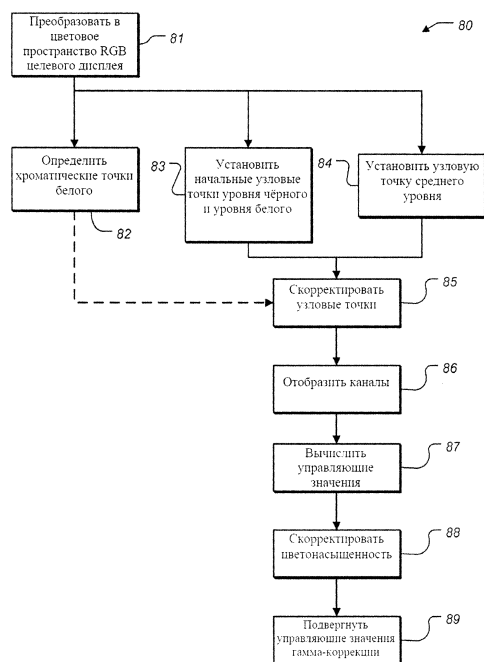
FIELD: physics.

SUBSTANCE: image data are converted for display on a target display. A sigma conversion function provides a free parameter, wherein conversions at node points are not subject to the effect of the free parameter, wherein the free parameter controls contrast in the middle region, and the node points comprise node points of the black level and the white level and a node point of middle tones, the node point of the black level corresponds to conversion from the black level of the colour timing display used in colour timing or confirming image data into the black level of the target display, the node point of the white level corresponds to conversion from the white level of the colour timing display into the white level of the target display. The node point of middle tones affects the target brightness of the image data of the target display; where the black level of the colour timing display differs from the black level of the target display and/or the white level of the colour timing display differs from the white level of the target display. Therefore, conversion can be selected such that it automatically adapts image data for display

on the target display such that creative concept embodied in the image data is maintained.

EFFECT: providing image viewers with the viewing experience which exploits the capabilities of the displays on which the said images are viewed.

30 cl, 6 dwg



Фиг. 5

ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ССЫЛКИ НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

[0001] Данная заявка заявляет приоритет предварительной заявки на патент США №61/453107, поданной 15 марта 2011 г., и предварительной заявки на патент США №61/567784, поданной 7 декабря 2011 г., которые ссылкой включаются в настоящее раскрытие полностью во всех отношениях.

[0002] Настоящая заявка также относится к международной патентной заявке №PCT/US 2012/027267, поданной 1 марта 2012 г., которая ссылкой включается в настоящее раскрытие.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

[0003] Настоящее изобретение относится к демонстрации и обработке изображений. Изобретение, в частности, относится к способам и устройству, включающим тональное отображение и/или отображение цветовой гаммы. Способы и устройство, описываемые в настоящем раскрытии, могут применяться для создания качественных изображений на целевых дисплеях при условии сохранения творческого замысла. Изобретение может осуществляться, например, в электронных дисплеях, таких как телевизоры, компьютерные мониторы, мультимедийные проигрыватели, переносные телефонные аппараты, способные воспроизводить видеоизображение, и другие переносные устройства, специализированные дисплеи, такие как дисплеи виртуальной реальности, рекламные дисплеи и т.п., а также для такого оборудования обработки изображений в восходящем направлении, как телевизионные приставки, узлы доступа и т.п.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Патентные публикации в общей области данного изобретения включают следующие: заявки на патент США №№20010050757; 20020075136; 20020080245; 20070127093; 20080094515; 20080170031; 20080186707; 20090201309; 20090267876; 20100007599; 201000118008; патенты США №№7158673; 6989859; 5276779 и заявку на патент Японии №2002092655.

[0004] Создатель видеопродукции или другого изображения (например, режиссер, художник-колорист и т.п.) может устанавливать тона и цвета пикселей на изображении таким образом, чтобы при просмотре изображение имело желаемый внешний вид, который согласуется с творческим замыслом создателя. Например, создатель может изъявить желание, чтобы некоторые сцены вызывали более темное, более гнетущее ощущение, чем другие изображения. Создатель может изъявить желание, чтобы определенные особенности, изображаемые в сцене, выделялись или были менее заметны. Корректировка тонов и цветов пикселей на изображении может включать выполнение на исходных видеоданных цветокоррекции (или «цветоустановки»). Цветокоррекция может выполняться с использованием аппаратной/программной системы, которая позволяет пользователю различными способами изменять видеоданные для достижения желаемого внешнего вида.

[0005] В настоящее время доступны разнообразные дисплейные технологии. Например, существуют плазменные дисплеи, жидкокристаллические дисплеи (LCD) с задней подсветкой источниками света различных типов, таких как светодиоды (LED) различных типов, люминесцентные лампы или высокоинтенсивные лампы накаливания, дисплеи на основе ЭЛТ, дисплеи для цифровой кинематографии и т.д. Каждый отдельный дисплей сочетает аппаратное обеспечение с компонентами обработки видеосигнала, которые принимают видеосигналы и приводят в действие аппаратное обеспечение с целью демонстрации видеосодержимого видеосигналов.

[0006] Различные дисплеи могут значительно различаться в отношении таких характерных признаков, как:

- цветовая гамма, которая может воспроизводиться дисплеем;
- максимальная достижимая яркость;
- контрастность;
- разрешающая способность;
- 5 - допустимые форматы входного сигнала;
- глубина цвета;
- уровень белого;
- уровень черного;
- точка белого;
- 10 - градации серого;
- и т.д.

Соответственно, содержимое одного и того же изображения при воспроизведении на различных дисплеях может выглядеть по-разному. Содержимое изображения, совпадающее с творческим замыслом создателя при демонстрации на одних дисплеях, при просмотре на других дисплеях может одним или несколькими путями отступать от творческого замысла создателя.

[0007] Некоторые современные дисплеи могут в одной или нескольких особенностях превосходить дисплеи, которые были передовыми в то время, когда создавалось определенное содержимое. Например, новые дисплеи могут обладать возможностью доставки изображений, которые имеют более яркие цвета, большую контрастность и/или более широкие цветовые гаммы, чем другие дисплеи. Может оказаться желательным извлечь пользу из этих улучшенных возможностей без значительного отступления от творческого замысла, воплощенного в просматриваемом содержимом.

[0008] Может оказаться желательным воспроизведение видеосодержимого, создаваемого так, чтобы извлекать пользу из высокопроизводительных дисплеев, на унаследованных дисплеях или на дисплеях, обладающих меньшими возможностями. Было бы желательно создать способы и устройство для адаптации внешнего вида видеоизображений и других изображений, демонстрируемых на различных дисплеях, с сохранением насколько это возможно творческого замысла, воплощенного в данных изображениях.

[0009] Восприятие цвета и светимости может быть подвержено влиянию окружающих условий. Видеоизображения, или другие изображения, представляемые в условиях кинотеатра (низкое окружающее освещение), могут восприниматься зрителями существенно иначе, чем могли бы восприниматься те же самые видеоизображения, или другие изображения, при просмотре в других условиях со значительным окружающим светом. Кроме того, характеристики окружающего света (такие как цветовая температура) могут оказывать влияние на восприятие видеосодержимого зрителем. Для максимально возможного сохранения творческого замысла, воплощенного в видеоизображениях, или других изображениях, было бы желательно демонстрировать видеоизображения и другие изображения с учетом окружающей среды, в которой просматривается это содержимое.

[0010] Существует потребность в обеспечении зрителей изображений (в том числе неподвижных и/или видеоизображений) впечатлениями от просмотра, которые эксплуатируют возможности дисплеев, на которых они просматривают эти изображения. Остается потребность в устройстве и способах, которые могут применяться для корректировки данных изображения таким образом, чтобы содержимое видеоизображения или другого изображения, закодированное в данных изображениях, при воспроизведении имело желаемый внешний вид.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0011] Изобретение имеет серию особенностей. Они включают, в качестве неограничивающих примеров, устройство, которое содержит функциональную возможность преобразования цветовой гаммы; способ преобразования цветовой гаммы, способы адаптации демонстрации содержимого изображения с учетом условий окружающего освещения; программные продукты, содержащие машиночитаемый код, который при его исполнении процессором данных вызывает исполнение процессором данных способа согласно изобретению.

[0012] Одна из неограничивающих особенностей предусматривает устройство, содержащее модуль отображения координат пикселей, который сконфигурирован для преобразования данных изображения в соответствии с функцией преобразования. Функция преобразования характеризуется несколькими узловыми точками и свободным параметром. Функция преобразования имеет в средней области наклон, управляемый свободным параметром. Преобразования в узловых точках не подвержены влиянию свободного параметра. Такое устройство может быть полезно, например, для преобразования содержимого, подвергнутого цветокоррекции, для демонстрации на отдельном целевом дисплее.

[0013] В некоторых вариантах осуществления изобретения устройство содержит, или принимает, сигнал из датчика окружающего света и схему, подключенную для приема сигнала окружающего освещения из датчика окружающего света, сконфигурированную для управления одной или несколькими из следующих характеристик: свободным параметром и координатой одной из узловых точек, по меньшей мере, частично на основе сигнала окружающего освещения.

[0014] В некоторых вариантах осуществления изобретения, данные изображения содержат наборы значений пикселей для пикселей на изображении. Наборы значений пикселей содержат значения цветов для каждого цвета из нескольких основных цветов (например, значений, соответствующих красному, зеленому и синему, основным цветам). Устройство содержит несколько модулей отображения координат пикселей, каждый из которых подключен для преобразования соответствующего одного из значений цветов. Параметры для функций преобразования в разных модулях отображения координат могут быть одинаковыми или отличающимися. При надлежащем выборе отличающихся параметров преобразования могут выполнять цветокоррекцию, а также трансляцию цветовой гаммы.

[0015] Другая особенность изобретения включает способы отображения данных изображения с целью демонстрации на целевом дисплее. Способы включают преобразование значений пикселей данных изображения в соответствующие преобразованные значения пикселей в соответствии с функцией преобразования. Функция преобразования характеризуется несколькими узловыми точками и свободным параметром. Функция преобразования имеет в средней области наклон, управляемый свободным параметром. Преобразования значений пикселей, соответствующих узловым точкам, не подвержены влиянию свободного параметра. В некоторых вариантах осуществления изобретения одна или несколько из следующих характеристик: свободный параметр и положение узловой точки в средней области автоматически изменяются для учета окружающего освещения и/или адаптации зрительных систем зрителей.

[0016] Другая особенность изобретения включает способы отображения данных изображения с целью демонстрации на целевом дисплее путем сочетания глобального преобразования тонального отображения с локальной многомасштабной операцией тонального отображения.

[0017] Другая особенность изобретения предусматривает устройство управления цветом. Устройство может включать рабочую станцию, предназначенную, например, для модификации неподвижных изображений или видеоизображений. Устройство может применяться для модификации значений цветов в данных изображения. Устройство управления цветом содержит первую память, или ввод, для исходных данных изображения и вторую память, или вывод, - для модифицированных данных изображения. Модуль отображения координат пикселей подключается для доступа к первой памяти, или вводу, и конфигурируется для преобразования исходных данных изображения в соответствии с функцией преобразования, характеризующейся несколькими узловыми точками и свободным параметром. Функция преобразования имеет в средней области наклон, управляемый свободным параметром, где преобразования в узловых точках не подвержены влиянию свободного параметра, и предназначена для выдачи модифицированных данных изображения и для доставки модифицированных данных изображения во вторую память, или вывод.

Пользовательский ввод конфигурируется для принятия от пользователя значения свободного параметра. Дисплей подключается для демонстрации модифицированных данных изображения. Пользователь может корректировать значение свободного параметра с целью получения желаемого внешнего вида изображения, демонстрируемого на дисплее.

[0018] Ниже описываются дальнейшие особенности изобретения и характерные признаки частных вариантов осуществления изобретения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[0019] Сопроводительные графические материалы иллюстрируют неограничивающие варианты осуществления изобретения.

[0020] Фигура 1 представляет собой схематическое изображение конвейера распространения видеоизображений.

[0021] Фигура 2 показывает устройство согласно примерному варианту осуществления изобретения.

[0022] Фигура 3 иллюстрирует пример функции преобразования.

[0023] Фигура 4 представляет собой схему последовательности операций, иллюстрирующую способ, который использует информацию о целевом дисплее и входные данные изображения для определения подходящих значений параметров, определяющих функцию преобразования.

[0024] Фигура 5 представляет собой схему последовательности операций, иллюстрирующую способ обработки данных изображения согласно примерному варианту осуществления изобретения.

[0025] Фигура 6 изображает схему последовательности операций, иллюстрирующую способ, который объединяет глобальный оператор тонального отображения с локальным многомасштабным оператором тонального отображения согласно примерному варианту осуществления изобретения.

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0026] Везде в нижеследующем описании конкретные подробности излагаются с целью обеспечения более полного понимания изобретения. Однако изобретение может использоваться на практике и без этих частностей. В других случаях хорошо известные элементы не были показаны или описаны подробно во избежание чрезмерного затруднения понимания изобретения. Соответственно, описание и графические материалы должны рассматриваться в иллюстративном, а не ограничительном, смысле.

[0027] Фигура 1 схематически показывает конвейер 20 распространения

видеоизображений. Необработанные данные 22 получаются и редактируются в видеомонтажной аппаратной 23, давая необработанную видеопroduкцию 24. Тона и/или цвета в необработанной видеопroduкции корректируются на станции 26 цветоустановки художником-колористом (например, человеком, который использует инструментальные средства, предоставляемые станцией цветоустановки посредством подходящего пользовательского интерфейса) с целью получения видеопroduкции 27, подвергнутой цветоустановке. Станция 26 цветоустановки включает профессиональный монитор 30, на котором художник-колорист просматривает видеопroduкцию. Используя инструментальные средства и элементы управления, предоставляемые станцией 26 цветоустановки, художник-колорист корректирует тона и/или цвета всех, или части, изображений, которые составляют видеопroduкцию, с целью получения общего внешнего вида, который при просмотре на дисплее 30 совпадает с художественным замыслом художника-колориста.

[0028] Если все зрители видеопroduкции 27, подвергнутой цветоустановке, просматривали видеопroduкцию на дисплее, идентичном дисплею 30, в окружающих условиях, идентичных тем, которые испытывал художник-колорист, то, за исключением индивидуальных отклонений в человеческом восприятии изображений, все зрители могли бы смотреть видеопroduкцию в точности так, как это планировал художник-колорист (т.е. тем образом, который является истинным в отношении художественного замысла художника-колориста). При условии, что в эксплуатации находится очень широкий ассортимент дисплеев, нереалистично ожидать того, что все зрители будут иметь такой же дисплей или даже что дисплеи, на которых разные зрители будут просматривать видеопroduкцию, будут иметь похожие характеристики, такие как максимальная яркость, уровень черного и цветовая гамма.

[0029] Одна из особенностей изобретения предусматривает способы отображения и устройство, которые могут автоматически применяться для отображения тонов и/или цветов из таких данных изображения, как, например, видеопroduкция 27, подвергнутая цветоустановке, для демонстрации на конкретном целевом дисплее способом, который близко повторяет впечатления художника-колориста от просмотра.

[0030] В некоторых вариантах осуществления изобретения способы отображения и устройство обеспечивают прямое управление одной или несколькими из следующих характеристик:

- средняя яркость изображения (точка адаптации);
- локальная контрастность средних тонов;
- цветонасыщенность;
- уровень, на котором демонстрируется входной черный; и
- уровень, на котором демонстрируется входной белый.

Эти параметры влияют на впечатления от просмотра.

[0031] Фигура 2 показывает устройство 40 согласно примерному варианту осуществления изобретения. В данном примере устройство 40 содержит ввод 42, предназначенный для приема видеоданных 43, подлежащих демонстрации на экране 44 целевого дисплея 41 для их просмотра зрителем V. Видеоданные 43 могут содержать видеоданные, подвергнутые цветоустановке, воплощающие замысел создателя. Устройство 40 содержит транслятор 46 цветового пространства, который транслирует значения пикселей для видеоданных 43 в цветовое пространство, которое является собственным для целевого дисплея 41. В иллюстрируемом примерном варианте осуществления изобретения собственным цветовым пространством целевого дисплея 41 является цветовое пространство RGB, которое задает цвета в форме интенсивностей

основных цветов целевого дисплея 41.

[0032] Транслятор 46 цветового пространства может содержать, например, матричный умножитель, который умножает вектор значений пикселей в видеоданных 43 на матрицу размера 3×3 , давая вектор значений собственного цветового пространства дисплея 41 (например, значений RGB). Матрица преобразования может быть задана с учетом основных цветов и точки белого для целевого дисплея 41. В некоторых вариантах осуществления изобретения транслятор 46 цветового пространства может конфигурироваться для применения матрицы преобразования цветового пространства без масштабирования для пиковой светимости. Как будет разъяснено ниже, это может делать более интуитивным выбор параметров для последующих операций обработки изображения.

[0033] В нижеследующем примере значения пикселей в видеоданных 43 представлены в цветовом пространстве XYZ, и транслятор 46 цветового пространства выполняет трансляцию из цветового пространства XYZ в положительные значения RGB. Изобретение не ограничивается цветовыми данными, представленными в цветовом пространстве XYZ. Видеоданные 43 могут быть представлены в любом подходящем цветовом пространстве.

[0034] Отрицательные значения RGB могут являться результатом трансляций комбинаций значений пикселей, которые находятся за пределами цветовой гаммы (например, цвета, которые нельзя воспроизвести с использованием любой доступной комбинации основных цветов, используемых дисплеем). Любые отрицательные значения RGB, генерируемые транслятором 46 цветового пространства, могут отсекаются до низкого неотрицательного значения. В альтернативном варианте значения пикселей за пределами цветовой гаммы могут отображаться в значения пикселей в пределах цветовой гаммы перед трансляцией (например, в соответствии с отображением в пределах цветового пространства видеоданных 43). Эта операция может выполняться отдельным модулем отображения или, например, одним из компонентов транслятора 46 цветового пространства.

[0035] После обработки транслятором 46 цветового пространства, видеоданные 43 содержат значения 48R, 48G и 48 B, которые, соответственно, относятся к красному, зеленому и синему (RGB) основным цветам целевого дисплея 41.

[0036] Каждое из значений 48R, 48G и 48 B независимо отображается модулем 50 отображения в новое значение. Показаны модули 50R, 50G и 50 B отображения. Каждый модуль отображения отображает соответствующее входное значение, полученное из транслятора 46 цветового пространства в преобразованное значение. В иллюстрируемом варианте осуществления изобретения преобразованные значения указываются, соответственно, как 48R', 48G' и 48B'.

[0037] Каждый модуль 50 отображения отображает его входное значение в выходное значение в соответствии с функцией 55 преобразования. Преимущественно, функция (функции) 55 преобразования может характеризоваться несколькими фиксированными точками, которые могут называться «узловыми точками», и свободным параметром, который корректирует наклон функции преобразования в средней области. Наклон соответствует контрастности в средней области. Корректировка свободного параметра обеспечивает средства для управления контрастностью в средней области. Функция преобразования может быть линейной, или аппроксимировать линейность, в средней области.

[0038] Фигура 3 показывает пример функции преобразования. На Фигуре 3 входные значения указываются на горизонтальной оси, а выходные значения указываются на

вертикальной оси. Каждая ось имеет логарифмический масштаб. Функция 55 преобразования характеризуется максимальным значением 56А для выходных значений, минимальным значением 56В для выходных значений и существенно линейной областью 56С средних тонов. Функции 55R, 55G и 55B преобразования, применяемые к сигналам красного, синего и зеленого каналов модулями 50А, 50В и 50С отображения могут быть одинаковыми или различными. Модули 50А, 50В и 50С отображения могут быть полностью независимыми или могут совместно использовать компоненты аппаратного и/или программного обеспечения.

[0039] В примерном варианте осуществления изобретения функция 55 преобразования имеет вид следующего уравнения:

$$V' = \frac{C_1 C_2 V^n}{1 + C_3 V^n}, \quad (1)$$

где C_1 , C_2 и C_3 - константы, V - входное значение цветового канала, V' - выходное значение цветового канала и n - параметр. Функция преобразования по Уравнению (1) представляет собой пример параметризованной сигмоидальной функции градационной кривой.

[0040] В альтернативных вариантах могут использоваться другие параметризованные функции преобразования. В некоторых вариантах осуществления изобретения функция преобразования содержит параметры, которые обеспечивают управление одной или несколькими из следующих характеристик: наклоном на нижнем конце, наклоном на верхнем конце и «резкостью» крутизны на верхнем и нижнем концах функции преобразования.

[0041] Один из способов установления значений для параметров в Уравнении (1) иллюстрируется для частного случая способом 70 по Фигуре 4. Способ 70 использует информацию о целевом дисплее и информацию о дисплее, использованном при цветоустановке или подтверждающем входные видеоданные («дисплей цветоустановки»), для определения подходящих значений для параметров Уравнения (1). Блок 71 идентифицирует на кривой 55 три узловые точки светимости. Первая узловая точка 57А имеет горизонтальную и вертикальную координаты, соответственно, равные уровням черного дисплея цветоустановки и целевого дисплея. В некоторых вариантах осуществления изобретения информация о дисплее цветоустановки выводится из входного сигнала. Например, уровень черного для дисплея цветоустановки может быть выведен из входного сигнала, беря малый процентиль (например, 0,1 процентиля) сигнала светимости во входном сигнале. Уровень черного для целевого дисплея является указанным уровнем черного для целевого дисплея.

[0042] Вторая узловая точка 57В имеет в качестве горизонтальной координаты уровень белого для дисплея цветоустановки и, в качестве вертикальной координаты, - точку белого для целевого дисплея. Например, точка белого для дисплея цветоустановки может быть выведена из входного сигнала как максимальное значение какого-либо цветового канала во входном сигнале.

[0043] Положение средней узловой точки 57С оказывает влияние на общую яркость демонстрируемого изображения (например, на «ключ» изображения). Надлежащий выбор узловой точки 57С средних тонов облегчает восприятие входного изображения на целевом дисплее как соответствующим образом яркого.

[0044] Горизонтальное положение точки 57С может быть установлено различными способами; эти способы включают следующее:

- вычисление геометрического среднего входной светимости;

- выбор фиксированного значения, которое могло бы восприниматься в среде цветокоррекции как являющееся подходящим средним значением. Например, в некоторых вариантах осуществления изобретения это значение могло бы быть задано на таком уровне, как 10.

[0045] Вертикальное значение для точки 57C может основываться на уровне светимости, соответствующем среднему уровню серого для целевого дисплея. Например, в дисплее, который может генерировать значения светимости между 1 кд/м^2 и 400 кд/м^2 , средний уровень серого приблизительно равен 20 кд/м (что логарифмически находится посередине между 1 и 400 кд/м^2). Поэтому подходящее значение для точки 57C может представлять собой значение, соответствующее среднему уровню серого (в данном примере, 20 кд/м^2). В тех вариантах осуществления изобретения, где транслятор 46 цветового пространства сконфигурирован для применения матрицы преобразования цветового пространства без масштабирования для пиковой светимости, значение 20 будет соответствовать среднему уровню серого 20 кд/м^2 .

[0046] В некоторых вариантах осуществления изобретения узловая точка 57C средних тонов выбирается так, чтобы сделать отношение координаты узловой точки средних тонов к координате узловой точки белого равным, с точностью до желаемого множителя, для ввода и для вывода функции преобразования.

[0047] В некоторых вариантах осуществления изобретения с целью создания преобразования таким образом, чтобы точка белого видеоданных преобразовывалась, совпадая с точкой белого целевого дисплея и/или с целевыми окружающими условиями просмотра, для каждой из координат RGB могут использоваться различные функции преобразования. Одним из способов выполнения этого условия является выражение точки белого входных видеоданных в форме координат цветности (таких как, например, координаты цветности CIE x, y) и преобразование масштабированных значений XYZ, имеющее вид следующих уравнений:

$$X = \frac{x}{y} \quad (2)$$

$$Y = 1 \quad (3)$$

$$Z = \frac{1-x-y}{y} \quad (4)$$

Эти значения XYZ можно затем преобразовать в цветовое пространство RGB для целевого дисплея с целью получения точки белого для входных данных, которая может быть обозначена как $(R, G, B)_{wp.in}$. В тех случаях, когда исходная и целевая точки белого одинаковы, обе точки белого в нормированных координатах RGB должны представлять собой (111). Тогда координаты узловых точек 57A, 57B, 57C для красного, зеленого и синего каналов можно получить, умножая узловые значения светимости на значения точек белого, как показано ниже:

$$(R, G, B)_{min,in} = Y_{min,in}(R, G, B)_{wp.in} \quad (5)$$

$$(R, G, B)_{max,in} = Y_{max,in}(R, G, B)_{wp.in} \quad (6)$$

$$(R, G, B)_{mid,in} = Y_{mid,in}(R, G, B)_{wp,in} \quad (7)$$

$$(R, G, B)_{min,out} = Y_{min,out}(R, G, B)_{wp,out} \quad (8)$$

$$(R, G, B)_{mid,out} = Y_{mid,out}(R, G, B)_{wp,out} \quad (9)$$

$$(R, G, B)_{max,out} = Y_{max,out}(R, G, B)_{wp,out} \quad (10)$$

где нижний индекс «in» обозначает входные данные изображения, нижний индекс «out» обозначает выходные данные (т.е. данные, передаваемые для демонстрации); $(Y_{max,in}, Y_{max,out})$ - нескорректированные координаты узловой точки 57 В; $(Y_{min,in}, Y_{min,out})$ - нескорректированные координаты узловой точки 57А; $(Y_{mid,in}, Y_{mid,out})$ - нескорректированные координаты узловой точки 57С; и $(R, G, B)_{wp,out}$ - координаты RGB точки белого для целевого дисплея.

[0048] Уравнения (5)-(10) предусматривают набор из трех узловых точек для каждого цветового канала. Например, узловая точка 57А для красного цветового канала имеет вид $(R_{max,in}, R_{max,out})$; узловая точка 57В для красного цветового канала имеет вид $(R_{min,in}, R_{min,out})$; и узловая точка 57С для красного цветового канала имеет вид $(R_{mid,in}, R_{mid,out})$. Там, где точки белого для входных видеоданных и для целевого дисплея неодинаковы, наборы узловых точек будут отличаться, что в результате приводит к функции преобразования, которая отличается для каждого цветового канала.

[0049] Функцию преобразования для каждого цветового канала в форме, предусматриваемой Уравнением (1), можно получить исходя из координат соответствующих узловых точек путем выполнения следующего вычисления:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \frac{1}{x_2 y_2 (x_1 - x_3) + x_3 y_2 (x_3 - x_1) + x_1 y_2 (x_1 - x_3)} \begin{pmatrix} x_1 x_2 (y_2 - y_3) & x_1 x_2 (y_1 - y_3) & x_1 x_2 (y_1 - y_2) \\ (x_2 y_2 - x_3 y_2) & (x_1 y_1 - x_3 y_1) & (x_2 y_2 - x_1 y_1) \\ (x_3 - x_2) & (x_1 - x_3) & (x_2 - x_1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix}, \quad (11)$$

в котором x_1 , x_2 и x_3 имеют вид:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{min,in} \\ V_{mid,in} \\ V_{max,in} \end{pmatrix}, \quad (12)$$

и y_1 , y_2 и y_3 имеют вид:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{min,out} \\ V_{mid,out} \\ V_{max,out} \end{pmatrix}. \quad (13)$$

[0050] Одним из признаков описанных выше функций преобразования является то, что n остается свободным параметром. Это позволяет устанавливать контрастность средних тонов на любом желаемом уровне. Следует отметить, что двойной логарифмический наклон в узловой точке средних тонов будет несколько отличаться от значения n в случае, если узловая точка средних тонов не центрирована во входной и выходной областях. Однако контрастность средних тонов может быть установлена путем корректировки значения n . Хорошей начальной точкой для параметра контрастности средних тонов, n , является 1. Такое значение n предусматривает, что

отображаемая сцена будет иметь, по существу, сходную локальную контрастность в средней области как на целевом дисплее, так и в оригинальной сцене.

[0051] Для функций преобразования, имеющих приведенный выше вид, значения линейной светимости дисплея для каждого из цветовых каналов, красного, зеленого и синего, можно выразить следующим образом:

$$R_{out} = \frac{c_{1R} + c_{2R} R_{in}^n}{1 + c_{3R} R_{in}^n} \quad (14)$$

$$G_{out} = \frac{c_{1G} + c_{2G} G_{in}^n}{1 + c_{3G} G_{in}^n} \quad (15)$$

$$B_{out} = \frac{c_{1B} + c_{2B} B_{in}^n}{1 + c_{3B} B_{in}^n} \quad (16)$$

Эти значения можно использовать для приведения в действие дисплея с целью демонстрации изображения. В некоторых вариантах осуществления изобретения перед использованием этих значений для приведения в действие целевого дисплея они могут корректироваться по отклику целевого дисплея на линейные входные значения (например, нормированные).

[0052] В некоторых вариантах осуществления изобретения нормированные управляющие значения (R_{norm} , G_{norm} , B_{norm}) для целевого дисплея вычисляются с использованием следующих соотношений:

$$R_{norm} = \frac{R_{out} - R_{out,min}}{R_{out,max} - R_{out,min}} \quad (17)$$

$$G_{norm} = \frac{G_{out} - G_{out,min}}{G_{out,max} - G_{out,min}} \quad (18)$$

$$B_{norm} = \frac{B_{out} - B_{out,min}}{B_{out,max} - B_{out,min}} \quad (19)$$

Нормированные значения могут масштабироваться по интервалу управляющих сигналов для целевого дисплея (например, в интервале 0-255 для 8-битного целевого дисплея).

[0053] Необязательно цвета изображения могут усиливаться путем увеличения цветонасыщенности. Это можно осуществить, например, с использованием следующих соотношений:

$$R' = \frac{aR_{norm} + bG_{norm} + cB_{norm}}{a + b\left(\frac{G_{norm}}{R_{norm}}\right)^S + c\left(\frac{B_{norm}}{R_{norm}}\right)^S} \quad (20)$$

$$G' = R' \left(\frac{G_{norm}}{R_{norm}}\right)^S \quad (21)$$

$$B' = R' \left(\frac{B_{norm}}{R_{norm}}\right)^S \quad (22)$$

Значения для a , b и c в Уравнении (20) могут определяться со ссылкой на элементы обратной матрицы M преобразования, соответствующей обратному транслятору

цветового пространства $([X,Y,Z]^T = M*[R,G,B])$, а именно: a может иметь вид: $a=M(2,1)$, b может иметь вид: $b=M(2,2)$, и c может иметь вид: $c=M(2,3)$. В уравнениях (20), (21) и (22) S представляет собой свободный параметр. Значения S больше 1 будут вызывать увеличение цветонасыщенности. Значения S меньше 1 будут вызывать уменьшение цветонасыщенности (т.е. будут приводить к тому, что цвета будут становиться менее насыщенными).

[0054] Там, где это необходимо или желательно, нормированные управляющие значения могут подвергаться гамма-коррекции. Ее можно осуществить в соответствии со следующими соотношениями:

$$R_{corrected} = R_{norm}^{1/\gamma} \quad (23)$$

$$G_{corrected} = G_{norm}^{1/\gamma} \quad (24)$$

$$B_{corrected} = B_{norm}^{1/\gamma} \quad (25)$$

где γ - отклик дисплея, в некоторых целевых дисплеях γ приблизительно равно 2,2. Там, где нормированные управляющие значения являются подвергнутыми донасыщению, гамма-коррекция может выполняться на подвергнутых донасыщению управляющих значениях (R' , G' и B').

[0055] В некоторых вариантах осуществления изобретения цвета изображения подвергаются донасыщению для восстановления, по меньшей мере, приблизительного, потери насыщенности в результате тональной компрессии. Там, где тональная компрессия не является постоянной во всем диапазоне тонов на изображении, применение к разным тонам разных уровней тональной компрессии приводит к тому, что разные цвета в разной степени подвергаются обесцвечиванию. В общем, чем больше величина тональной компрессии, тем больше по величине обесцвечивание. Величину тональной компрессии можно количественно определить по двойному логарифмическому наклону градационной кривой. В качестве иллюстративного примера, сигмоидальная функция градационной кривой, нанесенная на график на Фигуре 3, как кривая 55, имеет существенно более крутой двойной логарифмический наклон в существенно линейной области 56С средних тонов, чем наклон вблизи максимального значения 56А и минимального значения 56В. Соответственно, тональная компрессия, проходящая от ввода (горизонтальная координата) до вывода (вертикальная координата) больше вблизи значений 56А и 56В по сравнению с существенно линейной областью 56С средних тонов.

[0056] Применение методики глобального донасыщения может подвергать донасыщению все пиксели безотносительно величины обесцвечивания, вызванного тональной компрессией. Некоторые варианты осуществления изобретения подвергают донасыщению пиксели преобразованных данных изображения в соответствии с величиной тональной компрессии пикселей преобразованных данных изображения. При условии, что величина тональной компрессии соответствует двойному логарифмическому наклону градационной кривой, величину тональной компрессии для входного значения L_{in} можно определить как производную функции преобразования $L_{out}=f(L_{in})$ для входного значения L_{in} . Двойной логарифмический наклон этой функции преобразования можно определить, приравнявая $L_{in}=e^x$ и $L_{out}=e^y$, и вычисляя dy/dx ,

которая представляет двойной логарифмический наклон. Для градационной кривой, согласно приведенному выше Уравнению (1), у можно выразить как:

$$y = \log(c_1 + c_2 e^{nx}) - \log(1 + c_3 e^{nx}), \quad (26)$$

и двойной логарифмический наклон $c(L_{in})$ в любой точке градационной кривой можно вычислить как производную у по х для L_{in} :

$$c(L_{in}) = \frac{dy}{dx} = \frac{nL_{in}^n (c_2 - c_1 c_3)}{(c_1 + c_2 L_{in}^n)(1 + c_3 L_{in}^n)} \quad (27)$$

[0057] Для цветовых каналов R, G и B подвергнутые донасыщению управляющие значения можно определить исходя из нормированных управляющих значений следующим образом:

$$R_{re-sat} = R_{norm} \left(\frac{C_{in}}{L_{in}} \right)^{f(c)-c} \quad (28)$$

$$G_{re-sat} = G_{norm} \left(\frac{C_{in}}{L_{in}} \right)^{f(c)-c} \quad (29)$$

$$B_{re-sat} = B_{norm} \left(\frac{C_{in}}{L_{in}} \right)^{f(c)-c}, \quad (30)$$

где $f(c)$ имеет вид:

$$f(c) = \frac{(1+k_1)c^{k_2}}{1+k_1c^{k_2}}, \quad (31)$$

и k_1 и k_2 - константы. В некоторых вариантах осуществления изобретения $k_1=1,6774$. В некоторых вариантах осуществления изобретения $k_1=1,677$. В некоторых вариантах осуществления изобретения $k_1=1,68$. В некоторых вариантах осуществления изобретения (без ограничения включающих некоторые варианты осуществления изобретения, в которых $k_1=1,6774$, $k_1=1,677$ или $k_1=1,68$) $k_2=0,9925$. В некоторых вариантах осуществления изобретения (без ограничения включающих некоторые варианты осуществления изобретения, в которых $k_1=1,6774$, $k_1=1,677$ или $k_1=1,68$) $k_2=0,99$. Следует принять во внимание, что приемлемые результаты можно получить и с использованием других значений k_1 и k_2 . Также следует принять во внимание, что подвергнутые донасыщению управляющие значения R_{re-sat} , G_{re-sat} и B_{re-sat} и можно было бы вычислить на основе значений линейной светимости дисплея для каждого из цветовых каналов, красного, зеленого и синего (R_{out} , G_{out} и B_{out}).

[0058] Следует принять во внимание, что вышеописанная методика тональной компрессии с целью донасыщения, зависящего от тональной компрессии, может применяться на практике способом, который не содержит параметров (автоматически).

[0059] Фигура 5 представляет собой схему последовательности операций, иллюстрирующую способ 80 согласно дальнейшему примерному варианту осуществления изобретения. Способ 80 включает несколько необязательных этапов. В блоке 81 способ 80 преобразовывает данные изображения в цветовое пространство целевого дисплея. В иллюстрируемом примере целевой дисплей имеет красный, зеленый и синий основные цвета, и цветовым пространством является цветовое пространство RGB. Блок 81 может включать выполнение преобразования, которое учитывает точку

белого и основные цвета целевого дисплея. Блок 81 является необязательным в случае, когда данные изображения уже находятся в собственном цветовом пространстве целевого дисплея.

[0060] Блок 82 определяет хроматические точки белого для источника и цели. Точки белого можно представить, например, как координаты цветности в любом подходящем цветовом пространстве и преобразовать в собственное цветовое пространство целевого дисплея.

[0061] Блок 83 устанавливает начальные узловые точки уровня черного и уровня белого для функции преобразования. Начальные узловые точки можно установить на основе уровней черного и белого для источника и целевого дисплея.

[0062] Блок 84 устанавливает начальную узловую точку средних тонов для функции преобразования. Узловая точка средних тонов может определяться через анализ исходных данных изображения (например, путем определения геометрического среднего светимости для исходных данных изображения) и определения характеристик целевого дисплея (или характеристик целевого дисплея и текущих окружающих условий просмотра на целевом дисплее).

[0063] Блок 85 корректирует узловые точки на основе точек белого, определенных в блоке 82 (применяя, например, Уравнения (5)-(10)).

[0064] Блок 86 отображает данные изображения с использованием функций преобразования, обусловленных скорректированными узловыми точками, определенными в блоке 85.

[0065] Блок 87 вычисляет управляющие значения для целевого дисплея на основе отображенных данных изображения из блока 86.

[0066] Необязательный блок 88 корректирует цветонасыщенность (например, блок 88 может применять Уравнения (20)-(22) или (28)-(30)).

[0067] Блок 89 подвергает управляющие значения гамма-коррекции.

[0068] Управляющие значения, генерируемые через применение способа 80, могут применяться для приведения в действие целевого дисплея с целью демонстрации изображений и/или сохраняться в памяти или передаваться для последующей демонстрации на целевом дисплее.

[0069] Устройство и способы, описываемые в настоящем раскрытии, могут использоваться при оптимизации целевого дисплея для особых окружающих условий просмотра. Функции преобразования вышеописанного общего типа могут динамически сдвигаться с целью приспособления к изменениям в окружающем освещении и результирующего изменения яркости поля адаптации зрительной системы человека (HVS). Идеальная средняя точка светимости для целевого дисплея может зависеть от окружающего света. Вертикальная составляющая узловой точки средних тонов может выбираться на основе условий окружающего освещения.

[0070] В некоторых вариантах осуществления изобретения фиксация средней узловой точки 57C осуществляется частично на основе окружающего освещения или на оцененной адаптации глаз зрителей (которая сама по себе может, по меньшей мере, частично основываться на измеренном окружающем освещении или на сочетании измеренного окружающего освещения и содержимого, продемонстрированного в прошлом), а также на характеристиках целевого дисплея. Например, вертикальная координата точки 57C может корректироваться на основе окружающего освещения поблизости от целевого дисплея. Например, вертикальная координата может быть уменьшена до менее высокого значения светимости, если дисплей находится в условиях темного окружающего освещения (или глаза зрителей оцениваются как адаптированные

к темноте), и это значение может увеличиваться до более высокого значения, когда целевой дисплей находится в окружающих условиях, обладающих высоким окружающим освещением (или глаза зрителя оцениваются как адаптированные к более светлым условиям).

5 [0071] В некоторых вариантах осуществления изобретения величина корректировки насыщенности (например, согласно Уравнениям (20), (21) и (22) и Уравнениям (28), (29) и (30)) частично основывается на окружающем освещении или на оцененной адаптации глаз зрителей (которая сама по себе, по меньшей мере, частично может основываться на измеренном окружающем освещении или на сочетании измеренного окружающего

10 освещения и содержимого, продемонстрированного в прошлом), а также на характеристиках целевого дисплея. Например, параметр S может корректироваться на основе окружающего освещения поблизости от целевого дисплея или на сочетании измеренного окружающего освещения и содержимого, продемонстрированного в прошлом. Например, значение параметра S может быть установлено ниже, если дисплей

15 находится в условиях темного окружающего освещения (или глаза зрителей оцениваются как адаптированные к темноте), и это значение может быть установлено относительно выше, когда целевой дисплей находится в окружающих условиях, имеющих высокое окружающее освещение (или глаза зрителя оцениваются как адаптированные к более ярким условиям). Некоторые варианты осуществления изобретения предусматривают

20 модуль управления донасыщением, который принимает сигнал из датчика окружающего света и/или сигналы, содержащие содержимое изображения в прошлом, и/или сигналы, служащие признаком общей яркости содержимого, продемонстрированного в прошлом. Модуль управления донасыщением может конфигурироваться для установки новых значений для параметра (например, для параметра S), который оказывает влияние на

25 величину донасыщения, основываясь на принятом сигнале (сигналах).

[0072] В некоторых вариантах осуществления изобретения учитываются спектральные характеристики окружающего освещения. Например, положение точек $57C$ в функциях преобразования для каждого цветового канала может устанавливаться отдельно

30 частично на основе величины окружающего освещения в спектральном диапазоне, соответствующем определенному цветовому каналу.

[0073] В дополнение или в качестве альтернативы, наклон функций преобразования может управляться на основе окружающего освещения (или оценок адаптации глаз зрителей). Там, где окружающий свет является более ярким, отражения от поверхности дисплея имеют тенденцию повышать уровень черного. Это эффективно уменьшает

35 диапазон целевого дисплея. В условиях высокого окружающего освещения (глаза зрителей оцениваются как адаптированные к свету) наклон кривой преобразования в области средних тонов может быть уменьшен для обеспечения улучшенных впечатлений от просмотра в указанных окружающих условиях. Например, в условиях низкого (темного) окружающего освещения снижается восприятие контрастности. В результате

40 это может приводить к тому, что изображение будет производить впечатление «плоского». Поэтому можно увеличить наклон части функции преобразования для средних тонов от наклона 1:1 до большего наклона, такого как наклон до 1:1,5 или около того (например, до наклона 1,3) с целью увеличения уровня контрастности для глаз, адаптированных к темноте. Это можно осуществить, изменяя значение свободного

45 параметра n тогда, когда применяются функции преобразования, относящиеся к типу, иллюстрируемому Уравнением (1). Наклон может управляться в ответ на ввод из датчика окружающего света.

[0074] В некоторых вариантах осуществления изобретения предусматривается схема

световой адаптации, которая оценивает яркость поля адаптации зрительной системы человека в ответ на вводы, которые могут включать сигнал из датчика окружающего света, сигнал, который представляет взвешенное среднее, или другой указатель яркости исторического содержимого изображения, и т.п. Например, схема световой адаптации может основываться на модели зрительной системы человека. В данной области известны различные алгоритмы оценки яркости поля адаптации зрительной системы человека. Схема световой адаптации может реализовывать эти алгоритмы любым подходящим образом, в том числе как программное обеспечение, исполняемое на одном или нескольких программируемых процессорах данных, неизменяемых логических схемах или их сочетаниях. Значения контрастности средних тонов и/или положений точек 57С в функциях преобразования может автоматически управляться в ответ на вывод из схемы световой адаптации.

[0075] В некоторых вариантах осуществления изобретения функции преобразования для целевого дисплея устанавливаются единожды. Функции преобразования могут, например, встраиваться в целевой дисплей и воплощаться в форме одного или нескольких программируемых процессоров, исполняющих аппаратно-программное обеспечение или другое программное обеспечение, которое выполняет отображение в соответствии с вышеописанными функциями преобразования; справочных таблиц, которые реализуют вышеописанные функции преобразования; зашитых или конфигурируемых логических схем, которые установлены для создания вывода на основе вышеописанных функций преобразования и т.п.

[0076] В некоторых вариантах осуществления изобретения управляющие значения для красного, зеленого и синего каналов целевого дисплея преобразовываются в глубину цвета, которая совпадает с глубиной цвета дисплея. Например, дисплей может использовать 8-битные управляющие значения. Если функции преобразования применяются с использованием плавающей запятой или других вычислений с более высокой точностью, то преобразование может включать, например, округление управляющих значений до ближайшего соответствующего 8-битного значения.

[0077] В вышеупомянутых вариантах осуществления изобретения минимальное и максимальное значения светимости для входных видеоданных можно сделать отображающимися, соответственно, в минимальное и максимальное значения яркости для пикселей дисплея. Более того, выбранная точка средних тонов из входного видеосигнала может быть сделана отображающейся в выбранную точку средних тонов для дисплея. Контрастность средних тонов остается свободным параметром. Другим характерным признаком вышеописанных функций преобразования является то, что они обеспечивают компрессию или расширение как для низких, так и для высоких значений и, в то же время, сохраняют локальную контрастность в области средних тонов.

[0078] В некоторых вариантах осуществления изобретения отдельные изображения (например, отдельный видеокادر или последовательность видеокладов) имеет относительно низкую среднюю светимость (низкий ключ), в то время как другие изображения (например, кадры или группы кадров) могут быть умышленно сделаны обладающими относительно высокой средней светимостью (высокий ключ). В некоторых вариантах осуществления изобретения информация о запланированном ключе изображения доставляется в форме метаданных. Метаданные могут, например, создаваться и связываться с данными изображения в ходе операции цветокоррекции. Например, метаданные могут внедряться или иначе связываться с сигналом, переносящим видеоданные, подвергнутые цветокоррекции. В таких вариантах

осуществления изобретения ключ изображения, как указывается метаданными, может использоваться при определении узловой точки (точек) средних тонов, используемой (используемых) в функциях преобразования. Там, где метаданные указывают изображение с низким ключом, вертикальная координата узловой точки может быть перемещена к менее высокому значению, таким образом, воссоздавая ключ целевого дисплея.

[0079] Различное видеосодержимое может подвергаться цветокоррекции для различных контрольных дисплеев. При следовании вышеописанному подходу, может оказаться желательным отображение содержимого по-разному на каждом конкретном целевом дисплее в зависимости от характеристик контрольного дисплея, на котором выполнялась цветокоррекция. Информация, идентифицирующая контрольный дисплей или его характеристики, может, например, переноситься в метаданных, внедряемых или иначе связываемых с данными изображения. Целевой дисплей может сохранять в памяти параметры для нескольких различных наборов функций преобразования. Различные наборы функций преобразования могут соответствовать видеоданным и использоваться для видеоданных, которые были подвергнуты цветоустановке с использованием различных контрольных дисплеев.

[0080] Другим характерным признаком примерных функций преобразования, имеющих форму, представленную на Фигуре (1), является то, что одна и та же функция преобразования в зависимости от выбранных параметров может предусматривать на высоком и низком концах области как компрессию, так и расширение. Например, в случае, когда целевой дисплей имеет большую градацию светимости, чем входные данные, целевой дисплей может конфигурироваться функциями преобразования так, чтобы расширять диапазон данных изображения до совпадения или более тесного приближения к диапазону целевого дисплея.

[0081] Одним из преимуществ способов и устройства согласно некоторым вариантам осуществления изобретения, описываемым в настоящем раскрытии, является то, что отображение выполняется в цветовом пространстве RGB целевого дисплея. Это может сэкономить значительные объемы вычислений и/или уменьшать сложность аппаратного обеспечения, необходимого для выполнения отображения.

[0082] Отображение может выполняться в реальном времени.

[0083] Способы согласно некоторым вариантам осуществления изобретения предусматривают прямое управление каждой из следующих переменных:

1) средняя яркость изображения («точка адаптации»), 2) локальная контрастность средних тонов (устанавливаемая наклоном градационной кривой), 3) отображение входного черного в минимальную светимость дисплея, и 4) отображение входного белого в максимальную светимость дисплея. Эти переменные, как было установлено, являются основополагающими для создания изображений, которые воссоздают творческий замысел, воплощенный в оригинальных данных изображения. В иллюстративных вариантах осуществления изобретения эти переменные в явном виде соответствуют отдельным параметрам. Указанные способы, следовательно, обеспечивают простой и эффективным путь для выполнения отображения цветов, которое принимает оригинальные данные изображения (которые могут, например, включать данные с высоким динамическим диапазоном (HDR) и/или данные изображения, подвергнутые цветокоррекции) и отображает оригинальные данные изображения в ограниченную 3-мерную цветовую гамму заданного выходного дисплея.

[0084] Способы и устройство отображения цветов, описанные в настоящем раскрытии, также, или в качестве альтернативы, могут использоваться при цветоустановке/создании

содержимого. Художник-колорист может снабжаться фильтром, который реализует преобразования, описываемые в настоящем раскрытии. Фильтр может содержать элементы управления, которые позволяют художнику-колористу напрямую устанавливать параметры функций преобразования. Художник-колорист может использовать эти элементы управления, например, для корректировки уровня черного и т.д. В некоторых вариантах осуществления изобретения элементы управления содержат элементы управления, которые позволяют напрямую устанавливать одну или несколько из следующих характеристик: одну или несколько координат для одной или нескольких из следующих точек: узловой точки уровня белого, узловой точки уровня черного и узловой точки среднего уровня (например, точек 57А, 57В и 57С соответственно), и контрастность среднего уровня (например, параметр n). Указанные элементы управления могут позволять художнику-колористу устанавливать уровень белого, уровень черного и ключ без оказания значительного влияния на наклон средних тонов и наоборот.

[0085] В некоторых вариантах осуществления изобретения устройство устанавливается для автоматического определения начального набора параметров, которые могут быть близки к тому, что является замыслом художника-колориста. Эти начальные параметры могут, например, генерироваться на основе информации, характеризующей входное видеосодержимое (например, минимальное и максимальное значения для цветов пикселей/координат светимости), и информации, характеризующей целевой дисплей (например, уровень белого, уровень черного и необязательных метаданных (например, метаданных, указывающих ключ обрабатываемых данных изображения)).

[0086] Видеопроизводство включает создание различных версий для дисплеев, обладающих большими и меньшими возможностями. Например, категория стандартный динамический диапазон (SDR) может выполняться для генерирования видеоизображения, предназначенного для демонстрации на унаследованных дисплеях. Описываемое в настоящем раскрытии инструментальное средство может автоматически применяться для создания SDR-версии видеоизображения. Художник-колорист может руководить действием инструментального средства с целью генерирования оптимизированных результатов.

[0087] Более того, если художник-колорист задал параметры, предназначенные для создания версии, предназначенной для просмотра на дисплее с меньшими возможностями, то параметры для использования при выполнении отображения для дисплеев, обладающих средними возможностями, можно определить исходя из значений параметров, выбранных художником-колористом для дисплеев с меньшими возможностями. Это можно осуществить, например, путем интерполяции значений параметров, установленных художником-колористом для дисплеев, обладающих более высокими и менее высокими возможностями, чем у дисплея, обладающего средними возможностями.

[0088] Способы и устройство, описываемые в настоящем раскрытии, не ограничены использованием в связи с цветоустановкой на профессиональном уровне.

Инструментальные средства цветоустановки доступны для любителей, и даже если цветоустановка выполняется на некалиброванном мониторе (например, на мониторе домашнего компьютера, телевизоре и т.д.), способы и устройство, описываемое в настоящем раскрытии, могут использоваться для передачи содержимого, созданного на некалиброванном мониторе, на другой дисплей (например, путем оценки возможностей некалиброванного дисплея цветоустановки). Технология, описываемая в настоящем раскрытии, также имеет применение к сигналам, которые не подвергались

цветокоррекции.

Объединение глобального оператора тонального отображения с локальным многомасштабным оператором тонального отображения

[0089] Способы и устройство цветового отображения, описываемые в настоящем раскрытии, также могут объединяться с другими методиками тонального отображения, например с локальными операторами тонального отображения (ТМО). Фигура 6 изображает примерный вариант осуществления изобретения, в котором глобальный оператор тонального отображения, описываемый в настоящем раскрытии, объединяется с таким локальным многомасштабным оператором тонального отображения, как оператор, описанный G.J. Ward в предварительной заявке на патент США №61/448606, «A Local Multiscale Tone-Mapping Operator» (именуемой в дальнейшем в настоящем раскрытии ссылкой «Ward»), поданной так же, как и международная патентная заявка № PCT/US 2012/027267, поданная 1 марта 2012 г., которые ссылкой полностью включаются в настоящее раскрытие. Примерный вариант осуществления изобретения объединяет предсказуемость и устойчивость глобального ТМО со способностью сохранять света и цветовую верность при использовании локального многомасштабного оператора тонального отображения (MS ТМО).

[0090] Как изображено на Фигуре 6, способ 60 начинается на этапе 62 с организации доступа к входному изображению или видеоданным. Эти данные могут храниться в памяти или передаваться во множестве цветовых форматов, таких как YCbCr, RGB, XYZ и т.п. На этапе 63 из входных данных можно извлечь составляющую светимости, например Y. В зависимости от формата входных данных (например, RGB), этот этап может потребовать преобразования цвета (например, преобразования RGB в XYZ). Этап 64 может применять глобальный оператор 55 тонального отображения, описываемый Уравнением (1), к цветовой составляющей Y входных данных. В примерном варианте осуществления изобретения узловые точки глобального ТМО 55 могут выбираться таким образом, чтобы градация светимости входных данных отображалась в интервал $[4 \cdot L_{dMin}, 1/2 \cdot L_{dMax}]$, где L_{dMin} и L_{dMax} обозначают минимальную и максимальную светимость целевого дисплея. Типичными, но корректируемыми являются масштабные коэффициенты 4 и $1/2$.

[0091] В примерном варианте осуществления изобретения вывод этапа 64 можно обозначить как данные Y_{TM} глобального тонального отображения светимости. На этапе 65 можно применить к данным Y_{TM} локальный многомасштабный оператор тонального отображения (MS ТМО), описанный «Ward». Например, в первую очередь, можно вычислить изображение глобального логарифмического отношения

$$R_L = \log \frac{Y_{TM}}{Y}, \quad (32)$$

определяемое как логарифм данных глобального тонального отображения светимости, деленный на пиксели оригинальной светимости. Для заданного изображения глобального логарифмического отношения R_L , как описано «Ward», вывод MS ТМО (например, этап 65) может представлять собой изображение локального тонального отображения светимости, обозначаемое как Y_{MS} . Используя Y_{MS} , можно вычислить:

$$X_{MS} = \frac{\lambda \cdot Y_{MS}}{Y}, \quad (33)$$

и

$$Z_{MS} = \frac{Z \cdot Y_{MS}}{Y}, \quad (34)$$

[0092] На этапе 66 данные X_{MS} , Y_{MS} и Z_{MS} могут преобразовываться обратно в данные R_{MS} , G_{MS} и B_{MS} (RGB_{MS}) с основными цветами и уровнями белого и черного, определяемыми целевым дисплеем. Отрицательные, или находящиеся за пределами цветовой гаммы, значения RGB_{MS} могут отсекаются до чрезвычайно малых положительных значений или могут повторно отображаться в значения RGB_{MS} в пределах цветовой гаммы с использованием какого-либо из известных алгоритмов отображения цветовой гаммы.

[0093] Для имеющихся данных RGB_{MS} в пределах цветовой гаммы из этапа 66, этап 67 может повторно применять глобальный оператор 55 тонального отображения ко всем цветовым составляющим выходных скорректированных данных глобального тонального отображения RGB_{G-MS} . Применение второй глобальной операции тонального отображения гарантирует то, что вывод MS ТМО будет находиться в пределах диапазона целевого дисплея. Наконец, на этапе 68, перед демонстрацией данных изображения (этап 69) данные RGB_{G-MS} для выходного дисплея, в случае необходимости, могут подвергаться гама-коррекции.

[0094] Некоторые реализации изобретения содержат компьютерные процессоры, которые исполняют команды программного обеспечения, что вызывает выполнение процессорами способа изобретения. Например, один или несколько процессоров в дисплее, станции цветокоррекции, телевизионной приставке, транскодере и т.п. могут реализовывать вышеописанные способы преобразования данных изображения путем исполнения команд программного обеспечения в памяти программ, доступной для процессоров. Изобретение также может предусматриваться в форме программного продукта. Программный продукт может включать любой носитель, который переносит набор машиночитаемых сигналов, содержащих команды, которые при их исполнении процессором данных вызывают исполнение процессором данных способа изобретения. Программные продукты согласно изобретению могут находиться в одной из широкого выбора форм. Программный продукт может содержать, например, такие физические носители, как магнитные носители данных, в том числе гибкие диски, жесткие диски, оптические носители данных, в том числе диски CD-ROM и DVD, электронные носители данных, в том числе ROM, флеш-память с произвольным доступом и т.п.

Машиночитаемые сигналы программного продукта, необязательно, могут быть сжатыми или зашифрованными.

[0095] Там, где выше упоминается компонент (например, программный модуль, процессор, узел в сборе, устройство, схема и т.д.), если не оговорено противное, ссылку на этот компонент (в том числе ссылку на «средства») следует интерпретировать как включающую в качестве эквивалентов этого компонента любого компонента, который выполняет функцию описываемого компонента (т.е. компонента, который является функционально эквивалентным), в том числе компоненты, которые не являются структурно эквивалентными раскрытой конструкции, которая выполняет функцию проиллюстрированных иллюстративных примерных вариантов осуществления изобретения.

[0096] Некоторые неограничивающие варианты осуществления изобретения могут (например, в зависимости от обстоятельств) предусматривать одно или несколько из следующих преимуществ:

- отображение в соответствии с кривой тонального отображения с узловой точкой черного может позволить избежать избыточной тональной компрессии темного входного содержимого;

- отображение в соответствии с кривой тонального отображения с узловой точкой черного и/или узловой точкой белого может использовать большую часть градации светимости целевого дисплея, чем тональное отображение в соответствии с кривой без одной или обеих указанных узловых точек;

- функции отображения, специфические для цветовых каналов, максимально увеличивающие градацию светимости, могут применяться в цветовом пространстве RGB целевого дисплея (например, после преобразования из входного цветового пространства в цветовое пространство RGB целевого дисплея); и

- точка белого, яркость и/или средняя контрастность выходных видеоданных для целевого дисплея может корректироваться в функции преобразования (например, вместо корректировки до или после отображения в соответствии с функцией преобразования).

Некоторые варианты осуществления изобретения могут не предусматривать какое-либо из вышеописанных преимуществ; некоторые варианты осуществления изобретения могут предусматривать другие преимущества (например, преимущества иные или дополнительные по отношению к вышеописанным преимуществам).

[0097] Как станет очевидно специалистам в данной области в свете приведенного выше раскрытия, многочисленные изменения и модификации возможны при практическом применении изобретения без отступления от его духа и объема. Соответственно, объем изобретения следует толковать в соответствии с его сущностью, определяемой нижеследующей формулой изобретения.

Формула изобретения

1. Устройство для отображения данных изображения для демонстрации на целевом дисплее, которое включает:

модуль отображения координат пикселей, сконфигурированный для преобразования данных изображения в соответствии с параметризованной функцией преобразования, которая характеризуется несколькими узловыми точками и свободным параметром, при этом параметризованная функция преобразования имеет в области средних тонов наклон, управляемый свободным параметром, причем преобразования в узловых точках не подвержены влиянию свободного параметра, при этом свободный параметр управляет контрастностью в средней области,

отличающееся тем, что узловые точки содержат узловые точки уровня черного и уровня белого и узловую точку средних тонов, узловая точка уровня черного соответствует преобразованию из уровня черного дисплея цветоустановки, использованного при цветоустановке или подтверждающего данные изображения в уровень черного целевого дисплея, использованного для отображения преобразованных данных изображения, узловая точка уровня белого соответствует преобразованию из уровня белого дисплея цветоустановки в уровень белого целевого дисплея; при этом узловая точка средних тонов влияет на целевую яркость данных изображения целевого дисплея; где уровень черного дисплея цветоустановки отличается от уровня черного целевого дисплея и/или уровень белого дисплея цветоустановки отличается от уровня белого целевого дисплея.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что данные изображения содержат наборы значений пикселей для пикселей на изображении, при этом указанные наборы значений

пикселей содержат значения цветов для каждого из нескольких основных цветов, и устройство содержит несколько модулей отображения координат пикселей, каждый из которых подключен для преобразования соответствующего одного из значений цветов.

5 3. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что содержит дисплей электронного изображения, где каждое из значений цветов соответствует основному цвету, который является собственным для дисплея электронного изображения.

4. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что значения цветов содержат значения для красного (R), зеленого (G) и синего (B) основных цветов.

10 5. Устройство по п. 4, отличающееся тем, что содержит дисплей электронного изображения, где основные цвета R, G и B являются собственными для дисплея электронного изображения.

6. Устройство по п. 5, отличающееся тем, что содержит преобразователь данных изображения, сконфигурированный для преобразования данных изображения из формата входных данных изображения в собственный RGB-формат изображения для дисплея электронного изображения.

7. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что содержит датчик окружающего света и схему, подключенную для приема сигнала окружающего освещения из датчика окружающего света и сконфигурированную для управления одной или несколькими из следующих характеристик: свободным параметром и координатой одной из узловых точек, по меньшей мере, частично основанных на сигнале окружающего освещения.

8. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что эта узловая точка средних тонов преобразовывает представительное среднее значение данных изображения в среднее значение для целевого дисплея.

25 9. Устройство по п. 8, отличающееся тем, что представительное среднее значение содержит геометрическое среднее светимости данных изображения, и при этом устройство содержит процессор, сконфигурированный для вычисления геометрического среднего светимости данных изображения.

10. Устройство по п. 8, отличающееся тем, что представительное среднее значение представляет собой фиксированное значение, установленное в устройстве.

11. Устройство по п. 8, отличающееся тем, что устройство сконфигурировано для приема метаданных, соответствующих данным изображения, предназначенных для установки положения узловой точки средних тонов, по меньшей мере частично на основе данных изображения.

35 12. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что функции преобразования для модулей отображения отличаются друг от друга.

13. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что модуль отображения координат пикселей сконфигурирован для выполнения преобразования в соответствии с уравнением:

$$40 \quad V' = \frac{C_1 + C_2 V^n}{1 + C_3 V^n},$$

где V - входное значение координаты, V' - выходное значение координаты, C₁, C₂ и C₃ - параметры, соответствующие узловым точкам, и n - свободный параметр.

45 14. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что устройство сконфигурировано для донасыщения пикселей преобразованных данных изображения в соответствии с величиной тональной компрессии пикселей преобразованных данных изображения.

15. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что устройство сконфигурировано для

донасыщения пикселей преобразованных данных изображения на основе наклона функции преобразования в преобразованных значениях пикселей.

16. Способ отображения данных изображения для демонстрации на целевом дисплее, при этом указанный способ включает преобразование значений пикселей данных изображения в соответствующие преобразованные значения пикселей в соответствии с функцией преобразования, которая характеризуется несколькими узловыми точками и свободным параметром, при этом свободный параметр управляет контрастностью в средней области, при этом функция преобразования имеет в области средних тонов наклон, управляемый свободным параметром, причем преобразования значений пикселей, соответствующих узловым точкам, не подвержены влиянию свободного параметра, отличающийся тем, что узловые точки содержат узловые точки уровня черного и уровня белого и узловую точку средних тонов, узловая точка уровня черного соответствует преобразованию из уровня черного дисплея цветоустановки, использованного при цветоустановке или подтверждающего данные изображения в уровень черного целевого дисплея, узловая точка уровня белого соответствует преобразованию из уровня белого дисплея цветоустановки в уровень белого целевого дисплея; при этом узловая точка средних тонов влияет на целевую яркость данных изображения целевого дисплея; где уровень черного дисплея цветоустановки отличается от уровня черного целевого дисплея и/или уровень белого дисплея цветоустановки отличается от уровня белого целевого дисплея.

17. Способ по п. 16, отличающийся тем, что данные изображения содержат содержимое, подвергнутое цветокоррекции.

18. Способ по п. 16, отличающийся тем, что значения пикселей содержат, для каждого пикселя, набор из нескольких значений, соответственно, относящихся к нескольким основным цветам, и при этом способ включает раздельное преобразование значения пикселя, соответствующего каждому из нескольких основных цветов.

19. Способ по п. 18, отличающийся тем, что не все преобразования для различных основных цветов одинаковы.

20. Способ по п. 19, отличающийся тем, что преобразования выполняют отображение цветовой гаммы и цветокоррекцию.

21. Способ по п. 16, отличающийся тем, что включает управление одной или несколькими из следующих характеристик: свободным параметром и координатой одной из узловых точек, по меньшей мере, частично на основе сигнала, служащего признаком окружающего освещения.

22. Способ по любому из пп. 16-21, отличающийся тем, что функция преобразования имеет вид:

$$V' = \frac{C_1 + C_2 V^n}{1 + C_3 V^n},$$

где V - входное значение координаты, V' - выходное значение координаты, C_1 , C_2 и C_3 - параметры, соответствующие узловым точкам, и n - свободный параметр.

23. Способ по п. 16, отличающийся тем, что включает донасыщение преобразованных значений пикселей в соответствии с величиной тональной компрессии преобразованных значений пикселей.

24. Способ по п. 23, отличающийся тем, что величина донасыщения преобразованных значений пикселей основана на наклоне функции преобразования в преобразованных значениях пикселей.

25. Устройство управления цветом, предназначенное для модификации значений

цветов в данных изображения, при этом указанное устройство управления цветом содержит:

первую память, или ввод, для исходных данных изображения;

вторую память, или вывод, для модифицированных данных изображения;

5 модуль отображения координат пикселей, подключенный для получения доступа к первой памяти, или вводу, и сконфигурированный для преобразования исходных данных изображения в соответствии с функцией преобразования, которая характеризуется несколькими узловыми точками и свободным параметром, при этом указанная функция преобразования имеет в области средних тонов наклон, управляемый

10 свободным параметром, при этом свободный параметр управляет контрастностью в средней области, и при этом преобразования в узловых точках не подвержены влиянию свободного параметра для выдачи модифицированных данных изображения и для доставки модифицированных данных изображения во вторую память, или вывод;

пользовательский ввод, сконфигурированный для принятия от пользователя значения

15 свободного параметра; и

дисплей, подключенный для демонстрации модифицированных данных изображения.

26. Устройство управления цветом по п. 25, отличающееся тем, что данные изображения содержат несколько цветовых каналов, при этом указанное устройство содержит несколько модулей отображения пикселей, по одному для каждого из цветовых

20 каналов, и пользовательский ввод сконфигурирован для принятия от пользователя отдельного значения свободного параметра для каждого из цветовых каналов.

27. Устройство управления цветом по п. 25, отличающееся тем, что пользовательский ввод сконфигурирован для принятия от пользователя информации, определяющей положение по меньшей мере одной из узловых точек.

28. Способ отображения данных изображения для демонстрации на целевом дисплее, при этом указанный способ включает:

преобразование значений пикселей данных изображения в значения пикселей, подвергнутые первому глобальному тональному отображению согласно способу по п. 16; и

30 преобразование значений пикселей, подвергнутых глобальному тональному отображению, в значения пикселей, подвергнутые локальному тональному отображению в соответствии со способом локального многомасштабного тонального отображения.

29. Способ по п. 28, отличающийся тем, что также включает:

35 преобразование значений пикселей, подвергнутых локальному тональному отображению, в значения пикселей, подвергнутые второму глобальному тональному отображению в соответствии со способом по п. 16.

30. Способ по п. 28, отличающийся тем, что способ локального многомасштабного тонального отображения включает:

40 генерирование изображения отношения светимостей с высоким разрешением, содержащего значения светимости на основе значений пикселей, подвергнутых первому глобальному отображению;

генерирование, по меньшей мере частично основанное на изображении отношения светимостей с высоким разрешением, локального многомасштабного относительного изображения, которое содержит взвешенную комбинацию из по меньшей мере двух

45 различных относительных изображений, каждое из которых обладает отличающимся уровнем пространственного разрешения; и

использование относительных значений локального многомасштабного относительного изображения со значениями светимости, полученными из входных

данных, с целью генерирования изображения локального тонального отображения светимости.

5

10

15

20

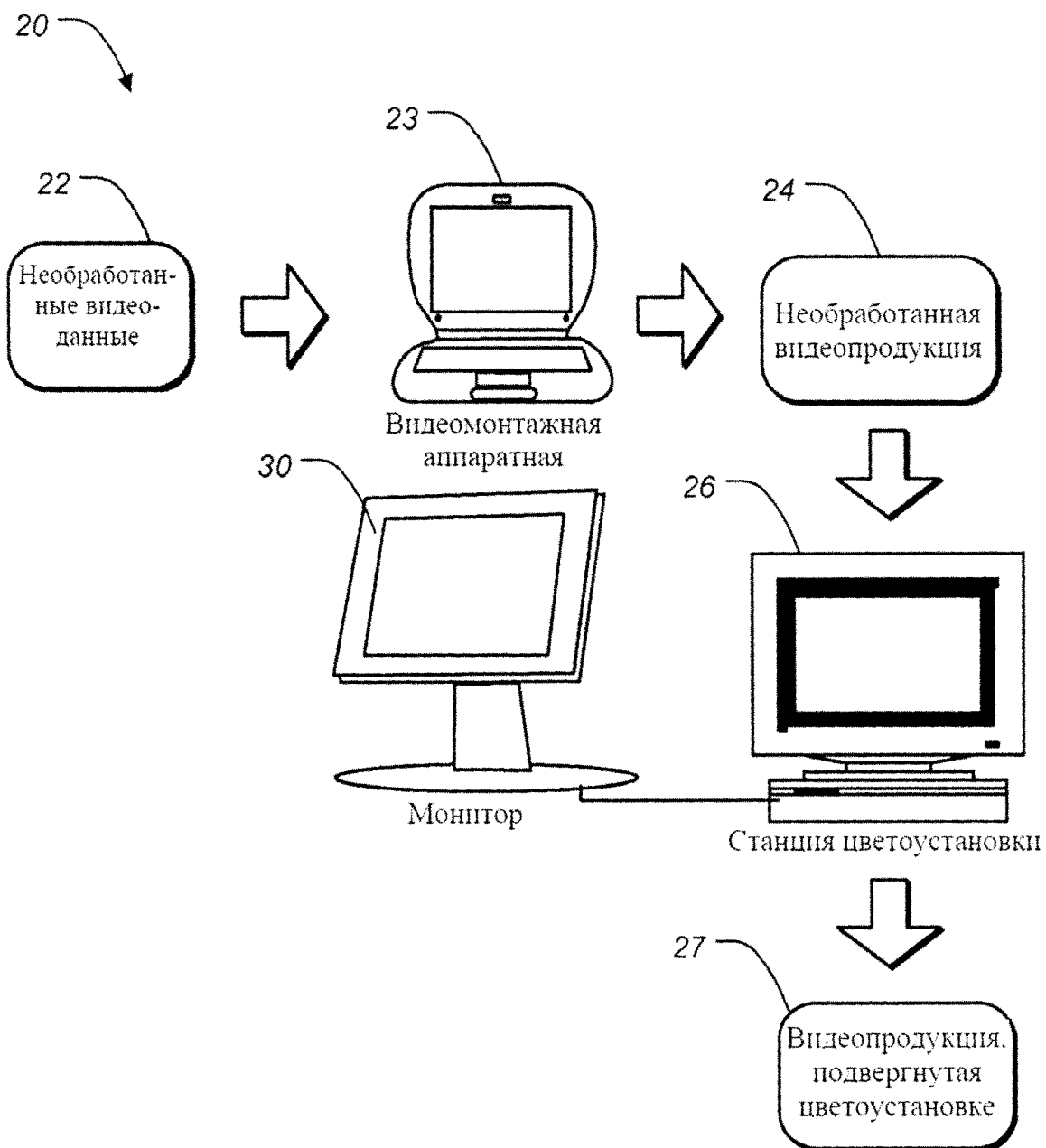
25

30

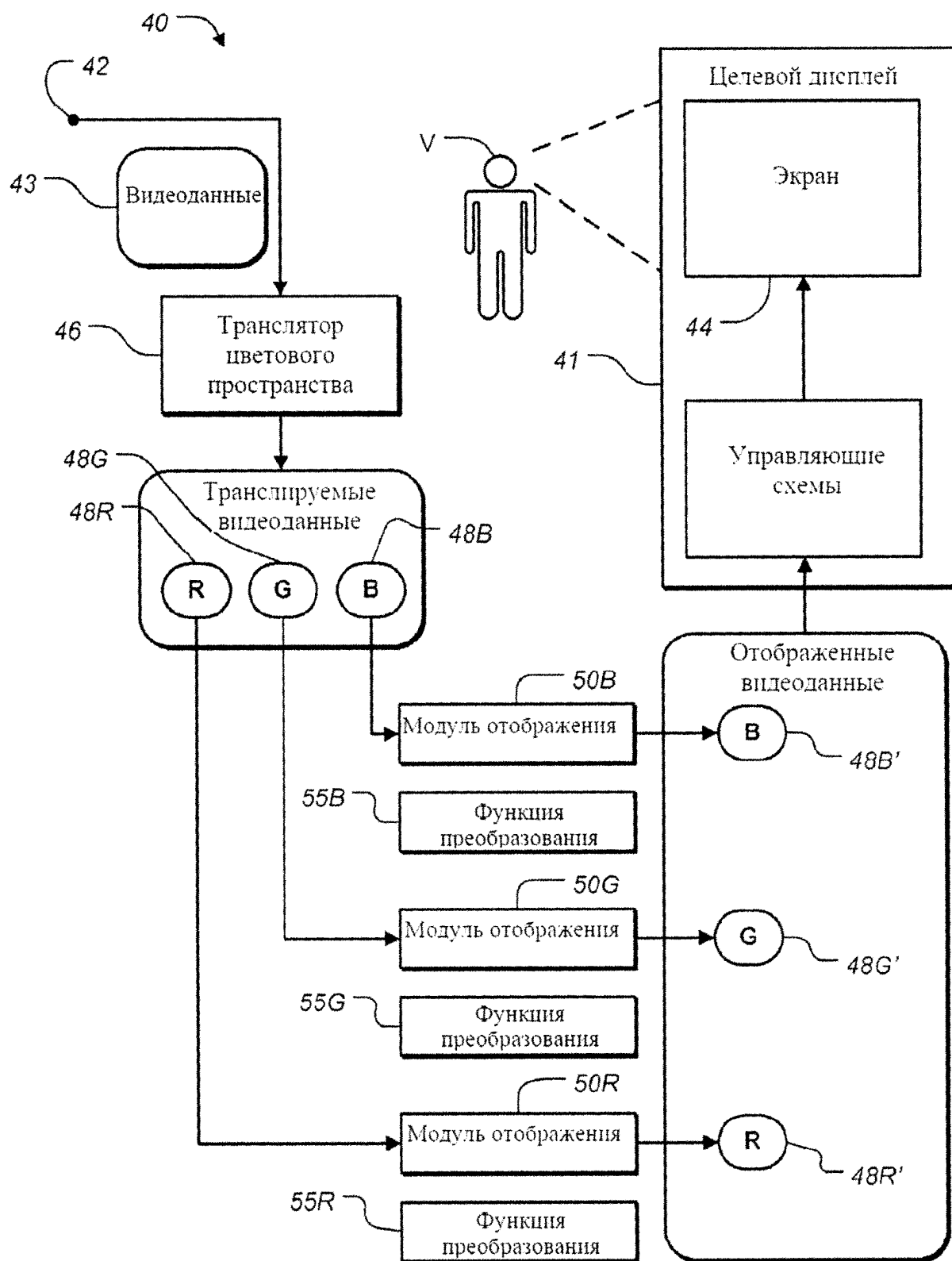
35

40

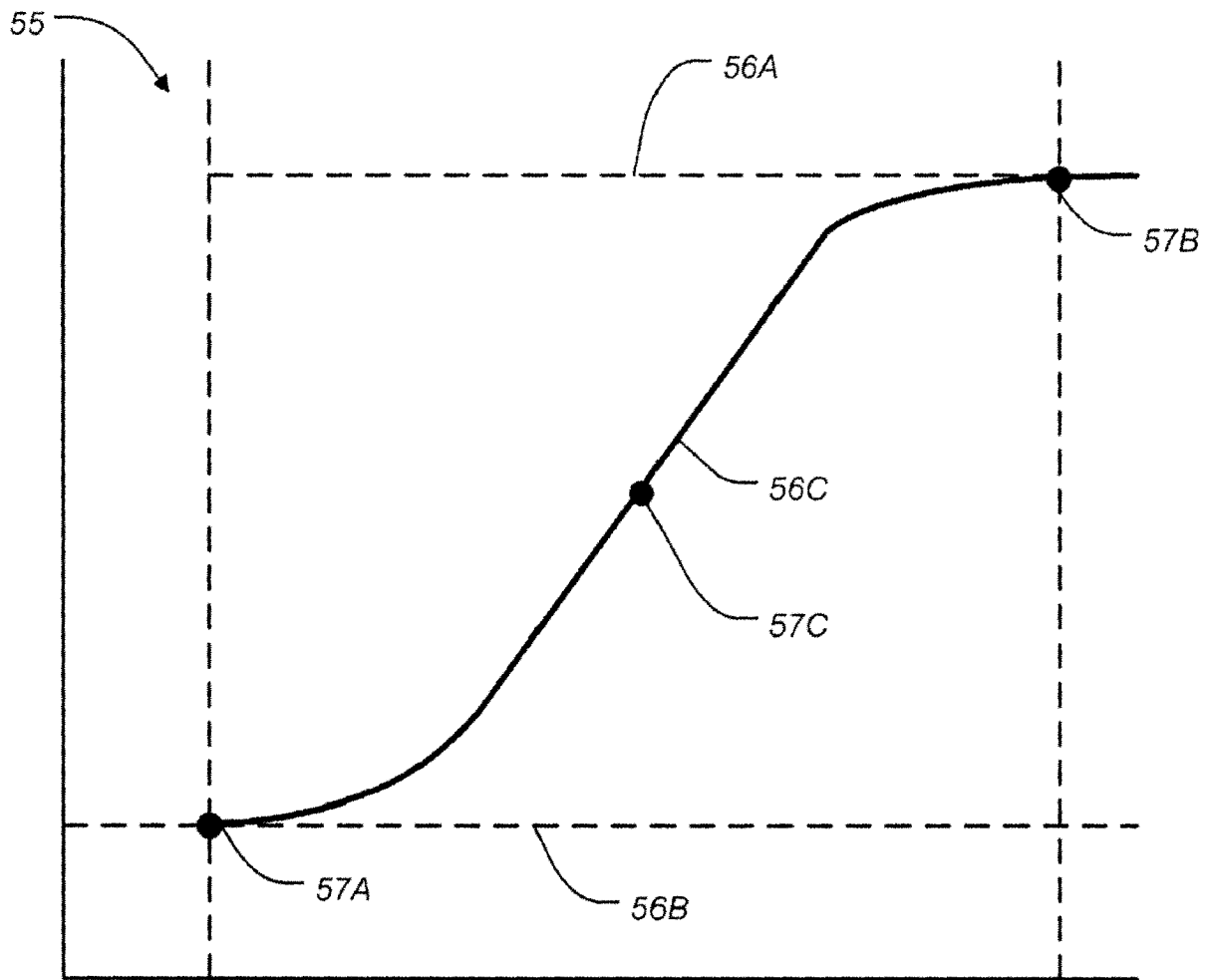
45



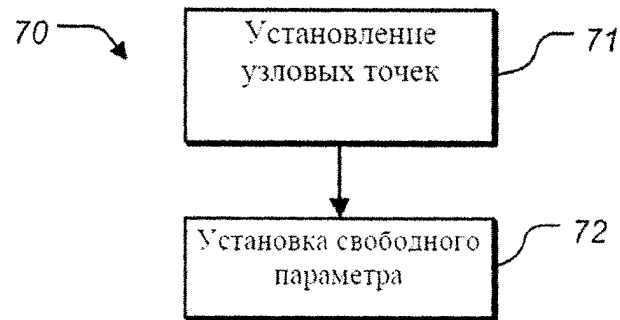
Фиг. 1



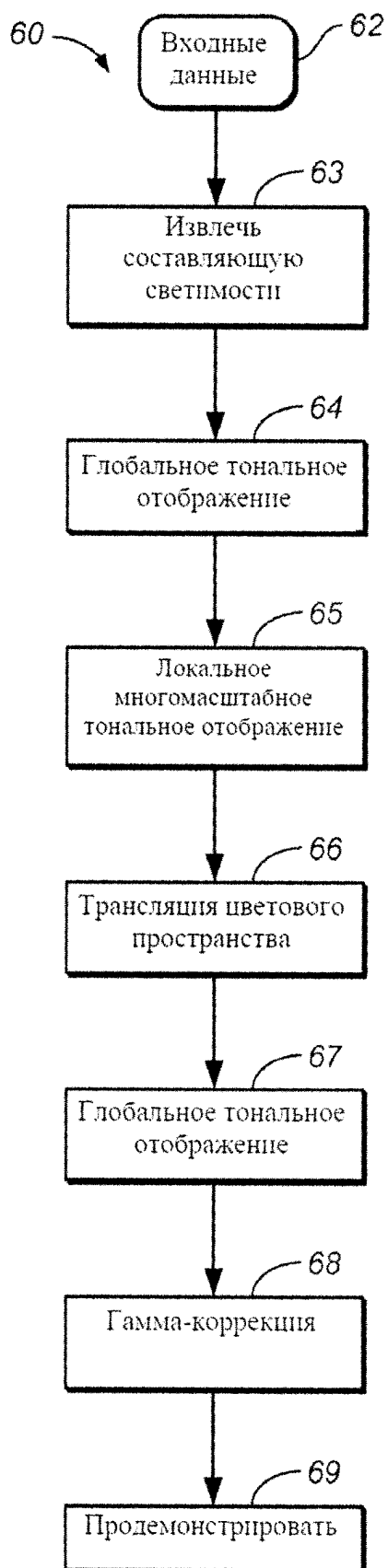
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 6