



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G06T 5/00 (2019.05); H04N 19/186 (2019.05); H04N 19/36 (2019.05); H04N 19/80 (2019.05); H04N 5/355 (2019.05); G06T 2207/20208 (2019.05); H04N 19/98 (2019.05); H04N 19/44 (2019.05); H04N 19/36 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2017130386, 25.01.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.01.2016

Дата регистрации:
14.01.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
30.01.2015 EP 15305125.5;
09.10.2015 EP 15306607.1

(43) Дата публикации заявки: 28.02.2019 Бюл. № 7

(45) Опубликовано: 14.01.2020 Бюл. № 2

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 30.08.2017

(86) Заявка РСТ:
EP 2016/051449 (25.01.2016)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2016/120209 (04.08.2016)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ЛАССЕРР Себастьян (FR),
АНДРИВОН Пьер (FR),
ЛЕЛЕАННЕК Фабрис (FR),
ТУЗЕ Давид (FR)

(73) Патентообладатель(и):

ИНТЕРДИДЖИТАЛ ВиСи ХОЛДИНГЗ,
ИНК. (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2014/204865 A1, 24.12.2014. US
2008/0175495 A1, 24.07.2008. US 2010/0103200
A1, 29.04.2010. HAUК-JU KWON et al.
Compensation of de-saturation effect in HDR
imaging a real scene adaptation model, Journal
of Visual Communication and Image
Representation, 24(6), 2013, с. 678-685, [Найдено
08.07.2019]. Размещено по адресу: (см. прод.)

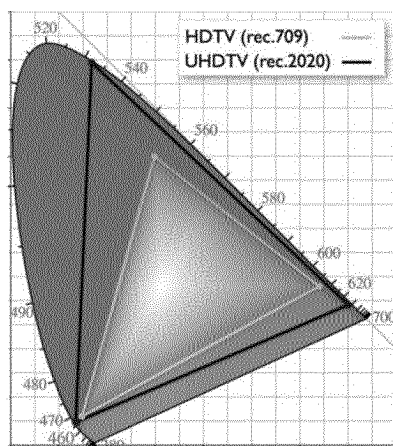
(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ ЦВЕТНОЙ КАРТИНКИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к вычислительной технике. Технический результат – обеспечение обратной совместимости SDR и HDR посредством комбинирования декодированных компонент яркости и цветности. Способ для кодирования цветной картинки, имеющей цветовые компоненты, содержит: получение компоненты яркости (L) и двух конечных компонент цветности (C1, C2) из цветной картинки, подлежащей кодированию, получение конечной компоненты

яркости (L") и двух конечных компонент цветности (C1", C2"), и кодирование L" и одной конечной компоненты цветности, причем дополнительно: определяется первый коэффициент ($\beta^{-1}(L(i))$) на основе каждого пикселя (i) L; получают C1", C2" посредством масштабирования C1, C2 посредством первого коэффициента; и получают конечные компоненты L" посредством линейного комбинирования вместе компоненты L и двух компонент C1", C2"

с л е д у ю щ и м о б р а з о м : ненулевыми коэффициентами. 7 н. и 8 з.п. ф-лы,
 $L'' = L - mC''_1 - nC''_2$, где m и n являются 16 ил., 1 табл.



ФИГ. 1

(56) (продолжение):
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104732031200051X?via%3Dihub>. RU 2504011 C2, 20.01.2014.

RU 2710888 C2

RU 2710888 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

G06T 5/00 (2006.01)*H04N 19/186* (2014.01)*H04N 19/36* (2014.01)*H04N 19/80* (2014.01)*H04N 5/355* (2011.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

G06T 5/00 (2019.05); *H04N 19/186* (2019.05); *H04N 19/36* (2019.05); *H04N 19/80* (2019.05); *H04N 5/355* (2019.05); *G06T 2207/20208* (2019.05); *H04N 19/98* (2019.05); *H04N 19/44* (2019.05); *H04N 19/36* (2019.05)

(21)(22) Application: **2017130386, 25.01.2016**

(24) Effective date for property rights:
25.01.2016

Registration date:
14.01.2020

Priority:

(30) Convention priority:
30.01.2015 EP 15305125.5;
09.10.2015 EP 15306607.1

(43) Application published: **28.02.2019 Bull. № 7**(45) Date of publication: **14.01.2020 Bull. № 2**(85) Commencement of national phase: **30.08.2017**

(86) PCT application:
EP 2016/051449 (25.01.2016)

(87) PCT publication:
WO 2016/120209 (04.08.2016)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

LASSERR Sebasten (FR),
ANDRIVON Per (FR),
LELEANNEK Fabris (FR),
TUZE David (FR)

(73) Proprietor(s):

INTERDIDZHITAL ViSi K HOLDINGZ, INK.
(US)

(54) **METHOD AND DEVICE FOR COLOUR PICTURE ENCODING AND DECODING**

(57) Abstract:

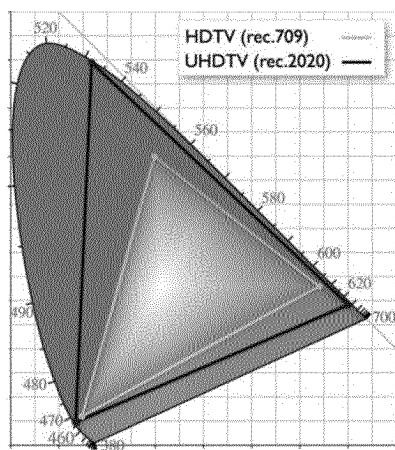
FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to the computer equipment. Method for encoding a colour picture having colour components comprises: obtaining a luminance component (L) and two final chrominance components (C1, C2) from a colour picture to be encoded, obtaining a final luminance component (L'') and two final chrominance components (C1'', C2''), and encoding L'' and one final chroma component, wherein in addition: determining a first coefficient ($\beta^{-1}(L(i))$) based on

each pixel (i) L; obtaining C1'', C2'' by scaling C1, C2 by first coefficient; and final components L'' are obtained by linear combination of component L and two components C1'', C2'' as follows:
$$L'' = L - mC''_1 - nC''_2$$
, where m and n are non-zero coefficients.

EFFECT: technical result is providing backward compatibility of SDR and HDR by combining decoded brightness and chrominance components.

15 cl, 16 dwg, 1 tbl



ФИГ. 1

RU 2710888 C2

RU 2710888 C2

1. ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее раскрытие, в общем, относится к кодированию и декодированию картинки/видео. Конкретно, но не исключительно, область техники настоящего раскрытия относится к кодированию/декодированию картинки, чьи значения пикселей принадлежат расширенному динамическому диапазону.

2. УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Настоящий раздел предназначен для введения читателя в различные аспекты данной области техники, которые могут относиться к различным аспектам настоящего раскрытия, которые описываются и/или заявляются ниже. Предполагается, что это описание является полезным в обеспечении читателя вводной информацией для облегчения более хорошего понимания различных аспектов настоящего раскрытия. Соответственно, следует понимать, что эти утверждения должны читаться в этом свете, и не как признание в качестве предшествующего уровня техники.

В последующем, цветная картинка содержит несколько массивов отсчетов (значений пикселей) в конкретном формате картинки/видео, который определяет всю информацию относительно значений пикселей картинки (или видео) и всю информацию, которая может использоваться устройством отображения и/или любым другим устройством, чтобы визуализировать и/или декодировать картинку (или видео), например. Цветная картинка содержит, по меньшей мере, одну компоненту, в форме первого массива отсчетов, обычно компоненту яркости (luma, luminance), и, по меньшей мере, одну другую компоненту, в форме, по меньшей мере, одного другого массива отсчетов. Или, эквивалентно, та же информация также может представляться посредством набора массивов цветовых отсчетов (цветовой компоненты), как, например, традиционного трехцветного представления RGB.

Значение пикселя представляется посредством вектора $\mathbf{C}$ значений, где $\mathbf{c}$ является количеством компонент. Каждое значение вектора представляется с помощью некоторого количества бит, которое определяет максимальный динамический диапазон значений пикселей.

Картинки стандартного динамического диапазона (картинки SDR) являются цветными картинками, чьи значения яркости представляются с помощью ограниченной динамики, обычно измеряемой в степени два или f-стопах. Картинки SDR имеют динамику около 10 f-стопов, то есть, отношение 1000 между самыми яркими пикселями и самыми темными пикселями в линейной области, и кодируются с помощью ограниченного количества бит (наиболее часто 8 или 10 в HDTV (телевизионных системах высокой четкости) и UHD TV (телевизионных системах сверхвысокой четкости) в нелинейной области, например, посредством использования ITU-R BT.709 OETF (оптико-электрической передаточной функции) (Rec. ITU-R BT.709-5, апрель 2002) или ITU-R BT.2020 OETF (Rec. ITU-R BT.2020-1, июнь 2014) для уменьшения динамики. Это ограниченное нелинейное представление не позволяет корректное воспроизведение малых изменений сигнала, в частности, в темных и ярких диапазонах яркости. В картинках расширенного динамического диапазона (картинках HDR), динамика сигнала является намного более высокой (вплоть до 20 f-стопов, отношение один миллион между самыми яркими пикселями и самыми темными пикселями) и необходимо новое нелинейное представление, чтобы поддерживать высокую точность сигнала в его полном диапазоне. В картинках HDR, исходные данные обычно представляются в формате с плавающей точкой (либо 32-битном, либо 16-битном для каждой компоненты, именно с плавающей точкой с полной или половинной точностью), при этом наиболее популярным форматом является формат с плавающей точкой с половинной точностью

openEXR (16-бит в расчете на компоненту RGB, то есть, 48 бит в расчете на пиксель), или в целых числах с длинным представлением, обычно, по меньшей мере, 16 бит.

Цветовая палитра является некоторым полным набором цветов. Наиболее общее использование указывает на набор цветов, которые могут точно представляться в заданных условиях, как, например, внутри заданного цветового пространства или посредством некоторого устройства вывода.

Цветовая палитра иногда определяется посредством основных цветов RGB, обеспеченных в диаграмме хроматичности цветового пространства CIE1931, и белой точки, как проиллюстрировано на фиг. 1.

Является обычным определять основные цвета в так называемой диаграмме хроматичности цветового пространства CIE1931. Она является двумерной диаграммой (x, y), определяющей цвета независимо от компоненты яркости. Любой цвет XYZ тогда проецируется в этой диаграмме благодаря преобразованию:

$$\begin{cases} x = \frac{X}{X + Y + Z} \\ y = \frac{Y}{X + Y + Z} \end{cases}$$

Компонента $z=1-x-y$ также определяется, но не несет никакой дополнительной информации.

В этой диаграмме палитра определяется посредством треугольника, чьи вершины являются набором координат (x, y) трех основных цветов RGB. Белая точка W является другой заданной точкой (x, y), принадлежащей треугольнику, обычно близкой к центру треугольника.

Цветовой объем определяется посредством цветового пространства и динамического диапазона значений, представленных в упомянутом цветовом пространстве.

Например, цветовая палитра определяется посредством цветового пространства RGB рекомендации ITU-R BT.2020 для UHD TV. Более старый стандарт, рекомендация ITU-R BT.709, определяет более малую цветовую палитру для HDTV. В SDR, динамический диапазон определяется официально вплоть до 100 нитов (кандела на квадратный метр) для цветового объема, в котором кодируются данные, хотя некоторые технологии устройств отображения могут показывать более яркие пиксели.

Как подробно описано в "A Review of RGB Color Spaces" автора Danny Pascale, изменение палитры, то есть, преобразование, которое отображает три основных цвета и белую точку из одной палитры в другую, может выполняться посредством использования матрицы 3×3 в линейном цветовом пространстве RGB. Также, изменение пространства из XYZ в RGB выполняется посредством матрицы 3×3. Как следствие, какие бы ни были цветовые пространства RGB или XYZ, изменение палитры может выполняться посредством матрицы 3×3. Например, изменение палитры из BT.2020 линейного RGB в BT.709 XYZ может выполняться посредством матрицы 3×3.

Картинки расширенного динамического диапазона (картинки HDR) являются цветными картинками, чьи значения яркости представляются с помощью динамики HDR, которая является более высокой, чем динамика картинки SDR.

Динамика HDR еще не определена стандартом, но можно ожидать динамический диапазон вплоть до нескольких тысяч нитов. Например, цветовой объем HDR определяется посредством цветового пространства RGB BT.2020, и значения, представленные в упомянутом цветовом пространстве RGB, принадлежат динамическому диапазону от 0 до 4000 нитов. Другой пример цветового объема HDR

определяется посредством цветового пространства RGB BT.2020, и значения, представленные в упомянутом цветовом пространстве RGB, принадлежат динамическому диапазону от 0 до 1000 нитов.

Цветокоррекция картинки (или видео) является обработкой изменения/усиления 5 цветов картинки (или видео). Обычно, цветокоррекция картинки включает в себя изменение цветового объема (цветового пространства и/или динамического диапазона) или изменение цветовой палитры по отношению к этой картинке. Таким образом, две разных подвергнутых цветокоррекции версии одной и той же картинки являются 10 версиями этой картинки, чьи значения представляются в разных цветовых объемах (или цветовой палитре), или версиями картинки, чей, по меньшей мере, один из их цветов был изменен/усилен согласно разным цветокоррекциям. Это может включать в себя взаимодействия с пользователем.

Например, в кинематографическом производстве, картинка и видео захватываются с использованием трехцветных камер в цветовые значения RGB, состоящие из 3 15 компонент (красной, зеленой и синей). Цветовые значения RGB зависят от трехцветных характеристик (основных цветов) датчика. Затем получается первая подвергнутая цветокоррекции версия захваченной картинки для получения кинотеатральных воспроизведений (с использованием конкретной кинотеатральной коррекции). Обычно, значения первой подвергнутой цветокоррекции версии захваченной картинки 20 представляются согласно стандартизированному формату YUV, такому как BT.2020, который определяет значения параметров для UHDTV.

Формат YUV обычно выполняется посредством применения нелинейной функции, так называемой оптическая электронная передаточная функция (OETF), к линейным 25 компонентам RGB, чтобы получать нелинейные компоненты R'G'B', и затем применения цветового преобразования (обычно матрицы 3×3) к полученным нелинейным компонентам R'G'B', чтобы получать три компоненты YUV. Первая компонента Y является компонентой яркости и две компоненты U, V являются компонентами цветности.

Затем, оператор цветокоррекции, обычно совместно с главным оператором, 30 выполняет управление над цветовыми значениями первой подвергнутой цветокоррекции версии захваченной картинки посредством тонкой настройки/подстраивания некоторых цветовых значений, чтобы вводить художественное намерение.

Проблема, подлежащая решению, является распространением сжатой картинки (или видео) HDR наряду с, в то же время, распространением ассоциированной картинки SDR 35 (или видео), представляющей подвергнутую цветокоррекции версию упомянутой картинки (или видео) HDR.

Тривиальным решением является одновременная передача картинки (или видео) как SDR, так и HDR по инфраструктуре распространения, но недостаток состоит в фактическом удвоении необходимой полосы пропускания по сравнению с 40 распространением на основе унаследованной инфраструктуры, адаптированным к осуществлению широковещательной передачи картинки (или видео) SDR, такой как профиль HEVC main 10 ("High Efficiency Video Coding", SERIES H: AUDIOVISUAL AND MULTIMEDIA SYSTEMS, Recommendation ITU-T H.265, Telecommunication Standardization Sector of ITU, апрель 2013).

Использование унаследованной инфраструктуры распространения является 45 требованием, чтобы ускорить появление распространения картинок (или видео) HDR. Также, битрейт должен минимизироваться при обеспечении хорошего качества обеих версии SDR и HDR картинки (или видео).

Более того, может обеспечиваться обратная совместимость, то есть, картинка SDR (или видео) должна обеспечивать возможность просмотра для пользователей, оснащенных унаследованными декодером и устройством отображения, то есть, в частности, вся воспринимаемая яркость (то есть, темные в сравнении с яркими сцены) и воспринимаемые цвета (например, сохранение оттенков, и т.д.) должны сохраняться.

Другое непосредственное решение состоит в том, чтобы уменьшать динамический диапазон картинки (или видео) HDR посредством подходящей нелинейной функции, обычно в ограниченное количество бит (скажем, 10 бит), и напрямую сжимать посредством профиля HEVC main 10. Такая нелинейная функция (кривая) уже существует, как, например, так называемая PQ EOTF, предложенная Dolby в SMPTE (SMPTE standard: High Dynamic Range Electro-Optical Transfer Function of Mastering Reference Displays, SMPTE ST 2084:2014).

Недостатком этого решения является отсутствие обратной совместимости, то есть, полученная уменьшенная версия картинки (видео) не имеет достаточного визуального качества, чтобы рассматриваться как обеспечивающая возможность просмотра как картинка SDR (или видео), и производительность сжатия является до некоторой степени плохой.

Настоящее раскрытие было разработано при учете вышеупомянутого.

3. СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Последующее представляет упрощенное резюме раскрытия для обеспечения базового понимания некоторых аспектов раскрытия. Этот раздел Сущность изобретения не является широким обзором раскрытия. Он не предназначен для идентификации ключевых или критических элементов раскрытия. Последующий раздел Сущность изобретения всего лишь представляет некоторые аспекты раскрытия в упрощенной форме в качестве вступления к более подробному описанию, обеспеченному ниже.

Раскрытие описывается, чтобы исправлять, по меньшей мере, один из недостатков предшествующего уровня техники с помощью способа и устройства как заявлены.

Может проявляться, что цвета, полученные посредством комбинирования вместе компоненты яркости и двух компонент цветности, представляющих версию SDR цветной картинки HDR, не сохраняют оттенок и воспринимаемую насыщенность цветов цветной картинки HDR.

Отображение палитры цветов такой картинки SDR на палитру цветов цветной картинки HDR, подлежащей кодированию, корректирует оттенок и воспринимаемую насыщенность по отношению к упомянутой картинке HDR.

Оттенок и воспринимаемая насыщенность цвета картинки HDR, таким образом, сохраняются, увеличивая визуальное качество декодированной картинки SDR, чьи воспринимаемые цвета соответствуют исходному HDR более хорошо.

Согласно одному варианту осуществления, отображение компонент яркости и цветности на конечную компоненту яркости и две конечные компоненты цветности содержит:

- масштабирование каждой из упомянутых двух компонент цветности посредством первого коэффициента, который зависит от значения модуляции, полученного из компоненты яркости, и значения каждого пикселя компоненты яркости; и

- получение конечной компоненты яркости посредством линейного комбинирования вместе компоненты яркости и упомянутых двух конечных компонент цветности.

Этот вариант осуществления обеспечивает возможность получения цветной картинки SDR посредством комбинирования вместе декодированных компонент яркости и цветности. Эта цветная картинка SDR может отображаться посредством

унаследованного устройства отображения SDR. Другими словами, такая цветная картинка SDR обеспечивает возможность просмотра конечному пользователю из его унаследованного устройства отображения SDR. Способ обеспечивает возможность, таким образом, обратной совместимости с любым унаследованным устройством отображения SDR. Более того, картинка HDR может формироваться из конечных компонент яркости и цветности, полученных посредством отображения компонент яркости и цветности (цветная картинка SDR) в упомянутые конечные компоненты яркости и цветности, избегая, таким образом, одновременной передачи обеих картинок SDR и HDR.

Согласно одному варианту осуществления, получение упомянутых двух компонент цветности из упомянутой, по меньшей мере, одной промежуточной цветовой компоненты содержит:

- получение трех промежуточных компонент посредством взятия квадратного корня из каждой промежуточной цветовой компоненты; и

- линейное комбинирование вместе упомянутых трех промежуточных компонент.

Функция взятия квадратного корня используется, чтобы приближать OEFT (оптико-электрическую передаточную функцию), требуемую на стороне кодирования. Такое приближение ведет к однозначным обратимым формулам и к декодеру низкой сложности частично из-за того, что EOTF (электрооптическая передаточная функция), которая должна применяться на стороне декодера, чтобы декодировать полную динамическую входную картинку, тогда является функцией возведения в квадрат.

Также, картинка SDR показывает до некоторой степени совместимые цвета, так как квадратный корень является хорошим приближением стандартной SDR OETF, определенной в рекомендации ITU-R BT.709/BT.2020, используемой в HD/UHD TV, которая главным образом является степенью 0.45.

Согласно другому из своих аспектов, настоящее раскрытие относится к способу декодирования цветной картинки из битового потока.

Согласно другому из своих аспектов, раскрытие относится к устройствам, содержащим процессор, выполненный с возможностью осуществлять вышеописанные способы, компьютерному программному продукту, содержащему инструкции программного кода для исполнения этапов вышеописанных способов, когда эта программа исполняется на компьютере, считываемому процессором носителю, имеющему сохраненные на нем инструкции для предписания процессору выполнять, по меньшей мере, этапы вышеописанных способов, и некротковременному запоминающему носителю, несущему инструкции программного кода для исполнения этапов вышеописанных способов, когда упомянутая программа исполняется на вычислительном устройстве.

Конкретная суть раскрытия также как другие объекты, преимущества, признаки и использования раскрытия станут ясны из последующего описания вариантов осуществления, взятого совместно с сопровождающими чертежами.

4. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На чертежах, проиллюстрирован один вариант осуществления настоящего раскрытия. Он показывает:

- Фиг. 1 показывает примеры диаграмм хроматичности;

- Фиг. 2 схематически показывает диаграмму этапов способа кодирования цветной картинки в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия;

- Фиг. 3 иллюстрирует принцип отображения палитры в соответствии с настоящим раскрытием;

- Фиг. 4 схематически показывает диаграмму подэтапов этапа 12 в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия;

- Фиг. 5 схематически показывает диаграмму подэтапов этапа 11 в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия;

5 - Фиг. 6 схематически показывает диаграмму подэтапов этапа 170 в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия;

- Фиг. 7 схематически показывает диаграмму подэтапов этапа 170 в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия;

10 - Фиг. 8 схематически показывает диаграмму этапов способа декодирования цветной картинки из, по меньшей мере, одного битового потока в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия;

- Фиг. 9 схематически показывает диаграмму подэтапов этапа 22 в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия;

15 - Фиг. 10 схематически показывает диаграмму подэтапов этапа 23 в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия;

- Фиг. 11a-b схематически показывает диаграмму подэтапов этапа 230 в соответствии с разными вариантами осуществления раскрытия;

- Фиг. 12 схематически показывает диаграмму подэтапов этапа 231 в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия;

20 - Фиг. 13 показывает пример архитектуры устройства в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия;

- Фиг. 14 показывает два удаленных устройства, осуществляющих связь по сети связи в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия; и

- Фиг. 15 иллюстрирует пример набора элементов в диаграмме CEI 1931 палитры.

25 Аналогичные или одинаковые элементы указываются с помощью одних и тех же ссылочных позиций.

6. ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Настоящее раскрытие будет описываться более полно ниже со ссылкой на сопровождающие фигуры, на которых показаны варианты осуществления раскрытия.

30 Это раскрытие может, однако, осуществляться во многих альтернативных формах и не должно толковаться как ограниченное вариантами осуществления, здесь изложенными. Соответственно, в то время как раскрытие допускает различные модификации и альтернативные формы, его конкретные варианты осуществления показаны в качестве примера на чертежах и будут здесь описываться подробно. Следует

35 понимать, однако, что не имеется намерения ограничивать раскрытие конкретными раскрытыми формами, но наоборот, раскрытие должно охватывать все модификации, эквиваленты, и альтернативы, попадающие в пределы сущности и объема раскрытия, как определено посредством формулы изобретения.

Терминология, здесь используемая, предназначена только для цели описания

40 конкретных вариантов осуществления и не предназначена ограничивать раскрытие. Как здесь используется, предполагается, что формы единственного числа включают в себя также формы множественного числа, если контекст явным образом не указывает иное. Следует дополнительно понимать, что признаки "содержит", "содержащий", "включает в себя" и/или "включающий в себя", когда используются в этом описании,

45 определяют присутствие заявленных признаков, целых чисел, этапов, операций, элементов, и/или компонентов, но не исключают присутствие или добавление одного или более других признаков, целых чисел, этапов, операций, элементов, компонентов, и/или их групп. Более того, когда элемент упоминается как являющийся "реагирующим"

или "соединенным" с другим элементом, он может быть напрямую реагирующим или соединенным с другим элементом, или могут присутствовать промежуточные элементы. В противоположность, когда элемент упоминается как являющийся "напрямую реагирующим" или "напрямую соединенным" с другим элементом, не имеется присутствующих промежуточных элементов. Как здесь используется признак "и/или" включает в себя любые и все комбинации из одного или более из ассоциированных перечисленных элементов и может сокращаться как "/".

Следует понимать, что, хотя признаки первый, второй, и т.д. могут использоваться здесь, чтобы описывать различные элементы, эти элементы не должны ограничиваться этими признаками. Эти признаки используются, только чтобы отличать один элемент от другого. Например, первый элемент может быть назван вторым элементом, и, аналогично, второй элемент может быть назван первым элементом без отхода от идей раскрытия.

Хотя некоторые из диаграмм включают в себя стрелки на путях передачи данных, чтобы показывать первичное направление передачи данных, следует понимать, что передача данных может происходить в противоположном направлении по отношению к изображенным стрелкам.

Некоторые варианты осуществления описываются по отношению к блок-схемам и операционным блок-схемам последовательности операций, в которых каждый блок представляет элемент схемы, модуль, или часть кода, который содержит одну или более исполнимых инструкций для осуществления определенной логической функции (функций). Также следует отметить, что в других вариантах осуществления, функция (функции), отмеченная в блоках, может совершаться вне отмеченного порядка. Например, два блока, показанные в последовательности, могут, фактически, исполняться, по существу, параллельно или блоки могут иногда исполняться в обратном порядке, в зависимости от используемых функциональных возможностей.

Ссылка здесь на "один вариант осуществления" или "вариант осуществления" означает, что конкретный признак, структура, или характеристика, описанные в соединении с вариантом осуществления, могут включаться в, по меньшей мере, один вариант осуществления раскрытия. Появления фразы "в одном варианте осуществления" или "согласно одному варианту осуществления" в различных местах в описании не необходимо все указывают на один и тот же вариант осуществления, и также не являются отдельными или альтернативными вариантами осуществления, необходимо взаимно исключающими с другими вариантами осуществления.

Ссылочные позиции, появляющиеся в формуле изобретения, предназначены только для иллюстрации и не должны иметь никакого ограничивающего влияния на объем формулы изобретения.

Пока явно не описано, настоящие варианты осуществления и варианты могут использоваться в любой комбинации или подкомбинации.

В одном варианте осуществления, коэффициент (то есть, действительное значение) зависит от значения модуляции B_a . Значение модуляции (или задней подсветки) обычно ассоциировано с картинкой HDR и представляет яркость картинки HDR. Здесь, признак (модуляция) задняя подсветка используется по аналогии с приемниками TV, сделанными из цветовой панели, как, например, панели LCD, например, и устройства заднего освещения, такого как матрица LED, например. Заднее устройство, обычно формирующее белый свет, используется, чтобы облучать цветовую панель, чтобы обеспечивать больше яркости для TV. Как следствие, яркость TV является продуктом яркости модуля заднего облучения и яркости цветовой панели. Этот модуль заднего

облучения часто называется "модуляция" или "задняя подсветка" и его интенсивность до некоторой степени представляет яркость всей сцены.

Раскрытие описывается для кодирования/декодирования цветной картинка, но простирается на кодирование/декодирование последовательности картинок (видео), так как каждая цветная картинка последовательности последовательно кодируется/декодируется, как описано ниже.

В последующем, цветная картинка I рассматривается как имеющая три цветовых компоненты E_c ($c=1, 2$ или 3), в которых представлены значения пикселей цветной картинка I .

Настоящее раскрытие не ограничено каким-либо цветовым пространством, в котором представлены три компоненты E_c , но простирается на любое цветовое пространство, такое как RGB, CIELUV, XYZ, CIELab, и т.д.

Фиг. 2 схематически показывает диаграмму этапов способа кодирования цветной картинка I в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия.

На этапе 11, модуль C получает компоненту яркости L и две компоненты цветности $C1$ и $C2$ из цветной картинка I , подлежащей кодированию. Например, компоненты (L , $C1$, $C2$) могут принадлежать цветовому пространству YUV, полученному после применения OETF к цветной картинка I , и цветовые компоненты E_c могут принадлежать линейному цветовому пространству либо RGB, либо XYZ.

На этапе 12, модуль GM отображает компоненты яркости L и цветности $C1$, $C2$ на конечную компоненту яркости L'' и две конечные компоненты цветности $C''1$, $C''2$, чтобы палитра $G2$ цветов, полученная из упомянутых конечных компонент яркости (L'') и цветности ($C''1$, $C''2$), отображалась на палитру $G1$ цветов цветной картинка I , подлежащей кодированию.

Фиг. 3 иллюстрирует такое отображение палитры. С помощью пунктирной линии представлена палитра (R, G, B, W) цветов, полученных из компоненты L и двух компонент цветности $C1$ и $C2$, и с помощью сплошной линии палитра (R', G', B', W') цветов картинка I , подлежащей кодированию.

Отображение палитры (R, G, B, W) на палитру (R', G', B', W') означает отображение основных цветов R, G, B в основные цвета R', G', B' соответственно и отображение белой точки W в белую точку W' . Цель отображения состоит в том, чтобы преобразовывать ($L, C1, C2$) в ($L'', C''1, C''2$) таким образом, чтобы воспринимаемые цвета, полученные из компонент $L'', C''1, C''2$, соответствовали цветам цветной картинка I более хорошо, чем ($L, C1, C2$).

На этапе 13, кодер ENC кодирует конечную компоненту яркости L'' и две конечные компоненты цветности $C''1, C''2$.

Согласно одному варианту осуществления, кодированная компонента L'' и компоненты цветности $C''1, C''2$ сохраняются в локальной или удаленной памяти и/или добавляются в битовый поток F .

Согласно одному варианту осуществления этапа 12, проиллюстрированному на фиг. 4, две конечные компоненты цветности $C''1, C''2$ получаются посредством масштабирования (этап 121) каждой из двух компонент цветности $C1, C2$ посредством коэффициента $\beta^{-1}(L(i))$, который зависит от значения каждого пикселя i компоненты яркости L , и модуль LCC (этап 122) получает конечную компоненту яркости L'' посредством линейного комбинирования вместе компоненты яркости L и двух конечных компонент цветности $C''1, C''2$:

$$\begin{cases} L'' = L - mC''_1 - nC''_2 \\ C''_1 = \beta^{-1}(L(i)) * C_1 \\ C''_2 = \beta^{-1}(L(i)) * C_2 \end{cases} \quad (A)$$

где m и n являются коэффициентами (действительными значениями), которые предотвращают цветовую насыщенность посредством корректировки наивысших пиков яркости.

Согласно одному варианту, коэффициент $\beta^{-1}(L(i))$ дополнительно зависит от значения модуляции Ba .

Согласно одному варианту осуществления, коэффициенты m и n сохраняются либо в локальной, либо в удаленной памяти и/или добавляются в битовый поток BF, как проиллюстрировано на фиг. 4.

Согласно одному варианту модуля LCC (из уравнения A), значения конечной компоненты яркости L'' всегда ниже, чем значения компоненты яркости L :

$$L'' = L - \max(0, mC''_1 + nC''_2)$$

Это обеспечивает то, что значения конечной компоненты яркости L'' не превосходят значения компоненты яркости L и, таким образом, обеспечивает то, что никакая цветовая насыщенность не происходит.

Согласно одному варианту осуществления, коэффициент $\beta^{-1}(L(i))$ получается из таблицы поиска (Look-Up-Table, LUT) для конкретного значения яркости $L(i)$, и необязательно дополнительно для конкретного значения модуляции Ba и. Таким образом, для множества значений пиков яркости, таких, как, например, 1000, 1500 и 4000 нитов, конкретный коэффициент $\beta^{-1}(L(i))$ сохраняется в LUT для каждого конкретного значения модуляции Ba .

Согласно одному варианту, коэффициент $\beta^{-1}(L(i))$ получается для значения пикселя компоненты яркости L посредством интерполяции пиков яркости между множеством пиков яркости, для которых сохранены LUT.

Согласно одному варианту, коэффициент $\beta^{-1}(L(i))$ для конкретного значения модуляции Ba получается для значения пикселя компоненты яркости L посредством интерполяции пиков яркости между множеством пиков яркости, для которых сохранены LUT.

Согласно одному варианту осуществления, коэффициент $\beta^{-1}(L(i))$ и коэффициенты m и n в уравнении (A) получаются следующим образом.

Отображение палитры G2 цветов, полученных из конечных компонент яркости (L'') и цветности (C''_1 , C''_2), на палитру G1 цветов цветной картинке I (полученных из компонент L , C_1 и C_2) дается посредством:

$$\begin{bmatrix} L'' \\ C''_1 \\ C''_2 \end{bmatrix} = \Phi_{Ba}(Y) \begin{bmatrix} L \\ C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} \quad (B)$$

где $\Phi_{Ba}(Y)$ является функцией отображения, зависящей от линейной яркости Y цветной картинке I. Обычно, линейная яркость Y получается как линейная комбинация компонент E_s цветной картинке I. Компонента яркости L однозначно связана с линейной яркостью Y и значением задней подсветки Ba , так что можно записать

$$\Phi_{Ba}(Y) = \Phi_{Ba}(f(Ba, Y)) = \Phi_{Ba}(L)$$

и функция отображения рассматривается как функция компоненты яркости L.

Теперь, зафиксируем значение модуляции B_a и конкретный уровень линейной яркости Y_0 . Предположим, что цветовые компоненты E_c выражены в линейном цветовом пространстве RGB. Ассоциированные три основных цвета $R_{Y_0}, G_{Y_0}, B_{Y_0}$ палитры G2 даются посредством

$$R_{Y_0} = \begin{bmatrix} Y_0/A_{11} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad G_{Y_0} = \begin{bmatrix} 0 \\ Y_0/A_{12} \\ 0 \end{bmatrix}, \quad B_{Y_0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ Y_0/A_{13} \end{bmatrix} \quad (C)$$

где A_1 является однострочной матрицей, которая определяет линейную яркость Y из линейного RGB, то есть,

$$Y = A_1 \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix}.$$

Пусть S обозначает матрицу 3×3 , составленную из изображений $\mu(\cdot)$, соответствующих применению модуля C (этап 11), этих трех основных цветов:

$$S_{Y_0} = \begin{bmatrix} \mu(R_{Y_0}) & \mu(G_{Y_0}) & \mu(B_{Y_0}) \end{bmatrix}.$$

Назначение функции отображения $\Phi_{Ba}(L)$ состоит в том, чтобы отображать назад S_{Y_0} на три основных цвета палитры G2. Другими словами, матрица S_{Y_0} должна иметь форму:

$$A \begin{bmatrix} r & 0 & 0 \\ 0 & g & 0 \\ 0 & 0 & b \end{bmatrix}$$

где r, g, b являются неизвестными параметрами и A является матрицей 3×3 , которая преобразует нелинейное цветовое пространство $R'G'B'$ в цветовое пространство LC1C2. Помещая все вместе, получаем:

$$\Phi_{Ba}(L) S_{Y_0} = A \begin{bmatrix} r & 0 & 0 \\ 0 & g & 0 \\ 0 & 0 & b \end{bmatrix} = AD$$

Также, сохранение белой точки, чьи координаты являются $[1 \ 0 \ 0]$ в цветовом пространстве LC1C2, ведет к другому условию:

$$\begin{bmatrix} \eta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \Phi_{Ba}(L) \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = AD S_{Y_0}^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

где η является другим неизвестным параметром. Как следствие, матрица D однозначно определяется посредством:

$$diag(D) = \eta A^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} / S_{Y_0}^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (D)$$

где деление понимается как деление коэффициентов первого столбца A^{-1} на первый столбец $S_{Y_0}^{-1}$. Как следствие, матрица отображения определяется вплоть до масштабирующего коэффициента η .

Обратная к функции отображения $\Phi_{Ba}(L)$, требуемая на стороне декодирования, не

получается легко, так как это требует решения неявной нелинейной задачи относительно L , так как легко получается обратная матрица $\Phi_{Ba}^{-1}(L)$ как функция компоненты яркости L , но не ее дополнительная часть $\Phi_{Ba}^{-1}(L'')$ как функция конечной компоненты яркости L'' . Мы показываем, что формулировка $\Phi_{Ba}(L)$ может дополнительно упрощаться, чтобы получать простую обратную $\Phi_{Ba}^{-1}(L'')$.

Фактически, функция отображения может быть выражена посредством:

$$\Phi_{Ba}(L) = \begin{bmatrix} \eta & -m\beta^{-1}(Ba, L(i)) & -n\beta^{-1}(Ba, L(i)) \\ 0 & \beta^{-1}(Ba, L(i)) & 0 \\ 0 & 0 & \beta^{-1}(Ba, L(i)) \end{bmatrix} \quad (E)$$

где m и n являются коэффициентами (действительными значениями), которые зависят от уровня яркости Y_0 . Обратная $\Phi_{Ba}^{-1}(L)$ к функции отображения $\Phi_{Ba}(L)$ дается посредством:

$$\Phi_{Ba}^{-1}(L) = S D^{-1} A^{-1} (F)$$

где ее первый столбец дается посредством

$$\Phi_{Ba}^{-1}(L)_{col1} = \eta^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Следуя некоторым алгебраическим манипуляциям, можно показать, что уравнение (F) становится

$$\Phi_{Ba}^{-1}(L) = \eta^{-1} \begin{bmatrix} 1 & m & n \\ 0 & \beta & 0 \\ 0 & 0 & \beta \end{bmatrix},$$

что ведет к функции отображения

$$\Phi_{Ba}(L) = \Phi_0 \begin{bmatrix} \eta & 0 & 0 \\ 0 & \eta\beta^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & \eta\beta^{-1} \end{bmatrix} \quad (G)$$

где m и n являются действительными значениями (коэффициентами), которые не зависят от значения модуляции Ba и компоненты яркости L , $\beta = \beta(Ba, L(i))$ и фиксированная матрица определяется как

$$\Phi_0 = \begin{bmatrix} 1 & m & n \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Уравнения (B) и (G) показывают, что функция отображения имеет два эффекта: первый, динамика компоненты яркости L масштабируется посредством масштабирующего коэффициента η и, второй, компоненты цветности $C1$ и $C2$ также масштабируются посредством масштабирующего коэффициента $\eta\beta^{-1}$.

Чтобы сохранять глобальное отображение яркости между L и L'' , параметр η устанавливается на единицу. Уравнение (G) становится:

$$\Phi_{Ba}(L) = \Phi_0 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \beta^{-1}(Ba, L(i)) & 0 \\ 0 & 0 & \beta^{-1}(Ba, L(i)) \end{bmatrix} \quad (H)$$

где β фактически зависит от значения модуляции Ba и компоненты яркости. Эта

формула обращается для получения обратной функции отображения

$$\Phi_{Ba}^{-1}(L'') = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \beta(Ba, L(i)) & 0 \\ 0 & 0 & \beta(Ba, L(i)) \end{bmatrix} \Phi_0^{-1}(I)$$

Здесь, компонента яркости L получается обратно из L'', C''1, C''2 посредством применения матрицы Φ_0^{-1} и затем, так как L является известной, можно найти коэффициент $\beta(Ba, L(i))$, чтобы применять к конечным компонентам цветности C''1, C''2, чтобы обратно получать компоненты цветности C1, C2.

Функция отображения $\Phi_{Ba}(L)$ затем обеспечивается посредством уравнения (H), где постоянная матрица Φ_0 используется для всего уровня яркости вплоть до пика яркости P цветного изображения I, и β определен на полном диапазоне яркости вплоть до пика яркости P.

Включение уравнения (H) в уравнение (B) ведет к уравнению (A).

Согласно другому варианту осуществления, коэффициент $\beta^{-1}(Ba, L(i), m, n)$ рассматривается как зависящий также от коэффициентов m и n, которые задаются как описано в предыдущем варианте осуществления.

Коэффициент β^{-1} является, таким образом, единственным неизвестным значением на этапе 12.

Коэффициент β^{-1} получается таким образом, чтобы минимизировалось искажение палитры, вычисленное между палитрами G1 и G2. Другими словами, коэффициент β^{-1} является оптимальным коэффициентом при условии сохранения палитры.

Говоря математически, коэффициент β^{-1} получается посредством:

$$\beta^{-1}(Ba_0, L_0, m, n) = \underset{\beta_{\text{test}}}{\operatorname{argmin}} \beta_{\text{test}}^{-1} \text{GD}(\beta_{\text{test}}^{-1}),$$

где Y_0 является заданным значением яркости, из которого выводится значение яркости L_0 , Ba_0 является заданным значением модуляции, и искажение палитры

$\text{GD}(\beta_{\text{test}}^{-1})$ дается посредством:

$$\text{GD}(\beta_{\text{test}}^{-1}) = \sum_j (x_j - x'_j)^2 + (y_j - y'_j)^2$$

где искажение палитры определяется посредством суммирования квадратичной ошибки между элементом (x_j, y_j) палитры G1 и ассоциированным элементом (x'_j, y'_j) палитры G2.

Зафиксируем значение яркости Y_0 . Можно получить соответствующие значения XYZ каждого элемента из набора посредством

$$X_j = Y_0 x_j / y_j, Y_j = Y_0 \text{ и } Z_j = Y_0 (1 - x_j - y_j) / y_j.$$

и затем соответствующие цветовые значения E_{scj} ($s=1, 2$, или 3). Зафиксируем и наложим значение модуляции Ba_0 и тестовый коэффициент β_{test}^{-1} , используемый для $\beta^{-1}(Ba_0, L_0, m, n)$ на этапе 121.

Получаем конечные значения L''_j , $C''1_j$ и $C''2_j$ посредством применения цепи кодирования, составленной из этапов 11 и 12, к цветовым компонентам. Из этих конечных значений, выводим ассоциированный набор палитры ассоциированного элемента (x'_j, y'_j) в диаграмме CIE 1931.

Фиг. 15 иллюстрирует пример набора элементов (x_j, y_j) в диаграмме CEI 1931 палитры. Отметим, что координаты XYZ каждого элемента (x_j, y_j) даются посредством

$$X_j = Y_0 x_j / y_j, Y_j = Y_0 \text{ и } Z_j = Y_0 (1 - x_j - y_j) / y_j.$$

Посредством осуществления изменения значения модуляции Ba_0 и компоненты яркости L_0 , и минимизации ассоциированного искажения палитры $GD(\cdot)$, получаем все коэффициенты $\beta^{-1}(Ba_0, L_0, m, n)$ в зависимости от значения модуляции Ba_0 , компоненты яркости L_0 и для фиксированных коэффициентов m и n .

Согласно одному варианту осуществления этапа 11, проиллюстрированному на фиг. 5, на этапе 110, модуль IC получает компоненту Y , которая представляет яркость цветной картинке I , посредством линейного комбинирования вместе трех компонент E_c :

$$Y = A_1 \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix}$$

где A_1 является первой строкой матрицы 3×3 A , которая определяет преобразования цветового пространства из цветового пространства (E_1, E_2, E_3) в цветовое пространство (Y, C_1, C_2) .

На этапе 130, модуль FM получает компоненту яркости L посредством применения нелинейной функции f к компоненте Y :

$$L = f(Ba, Y) \quad (1)$$

где Ba является значением модуляции, полученным из компоненты Y посредством модуля BaM (этап 120).

Применение нелинейной функции f к компоненте Y уменьшает ее динамический диапазон. Другими словами, динамика компоненты яркости L уменьшается по сравнению с динамикой компоненты Y .

В основном динамический диапазон компоненты Y уменьшается, чтобы значения яркости компоненты L представлялись посредством использования 10 бит.

Согласно одному варианту осуществления, компонента Y делится на значение модуляции Ba до применения нелинейной функции f :

$$L = f(Y/Ba) \quad (2)$$

Согласно одному варианту осуществления, нелинейная функция f является гамма функцией:

$$L = B \cdot Y_1^\gamma$$

где Y_1 равняется либо Y , либо Y/Ba согласно вариантам осуществления из уравнения (1) или (2), B является постоянным значением, γ является параметром (действительным значением строго ниже 1).

Согласно одному варианту осуществления, нелинейная функция f является функцией S-Log:

$$L = a \cdot \ln(Y_1 + b) + c$$

где a , b и c являются параметрами (действительными значениями) кривой SLog, определенной таким образом, что $f(0)$ и $f(1)$ являются инвариантными, и производная кривой SLog является непрерывной в 1, когда продолжается посредством гамма кривой ниже 1. Таким образом, a , b и c являются функциями параметра γ .

Обычные значения показаны в таблице 1.

γ	a	B	c
1/2.0	0.6275	0.2550	0.8575
1/2.4	0.4742	0.1382	0.9386
1/2.8	0.3861	0.0811	0.9699

Таблица 1

В одном предпочтительном варианте осуществления, значение γ , близкое к 1/2.5, является эффективным исходя из производительности сжатия HDR также как хорошей возможности просмотра полученной яркости SDR. Таким образом, 3 параметра могут предпочтительно принимать следующие значения: $a=0.44955114$, $b=0.12123691$, $c=0.94855684$.

Согласно одному варианту осуществления, нелинейная функция f является либо гамма коррекцией, либо коррекцией SLog согласно значениям пикселей компоненты Y .

Применение гамма коррекции к компоненте Y , "вытягивает" темные области, но не понижает достаточно высокое освещение, чтобы избежать выгорания ярких пикселей.

Затем, согласно одному варианту осуществления, модуль FM применяет либо гамма коррекцию, либо коррекцию SLog согласно значениям пикселей компоненты Y . Данные информации Inf могут указывать то, применяется ли либо гамма коррекция, либо коррекция Slog.

Например, когда значение пикселя компоненты Y ниже порога (равного 1), то применяется гамма коррекция, и в противном случае применяется коррекция SLog.

Согласно одному варианту осуществления этапа 120, значение модуляции B_a является средним, медианным, минимальным или максимальным значением из значений пикселей компоненты Y . Эти операции могут выполняться в линейной области яркости HDR Y_{lin}

или в нелинейной области, как, например, $\ln(Y)$ или Y^γ , где $\gamma < 1$.

Согласно одному варианту осуществления, когда способ используется, чтобы кодировать несколько цветных картинок, принадлежащих последовательности картинок, значение модуляции B_a определяется для каждой цветной картинке, группы картинок (GOP) или для части цветной картинке, такой как, но не ограниченной этим, срез или единица передачи, как определено в HEVC.

Согласно одному варианту осуществления, значение B_a и/или параметры нелинейной функции f (такие как a , b , c или γ) и/или данные информации Inf сохраняется (сохраняются) в локальной или удаленной памяти и/или добавляется (добавляются) в битовый поток BF, как проиллюстрировано на фиг. 2 и 5.

На этапе 140, модуль CC получает, по меньшей мере, одну цветовую компоненту E_c ($c=1, 2, 3$) из цветной картинке I . Цветовая компонента E_c может получаться напрямую из локальной или удаленной памяти или посредством применения цветового преобразования к цветной картинке I .

На этапе 150, промежуточная цветовая компонента E'_c ($c=1, 2$ или 3) получается посредством масштабирования каждой цветовой компоненты E_c посредством коэффициента $r(L)$, который зависит от компоненты яркости L :

$$\begin{cases} E'_1(i) = E_1(i) * r(L(i)) \\ E'_2(i) = E_2(i) * r(L(i)) \\ E'_3(i) = E_3(i) * r(L(i)) \end{cases}$$

где $r(L(i))$ является коэффициентом (действительным значением), определенным посредством модуля RM (этап 160), который зависит от значения пикселя i компоненты

L , $E'_c(i)$ является значением пикселя i промежуточной цветовой компоненты E'_c , и $E_c(i)$ является значением пикселя i цветовой компоненты E_c .

Масштабирование посредством коэффициента означает умножение на упомянутый коэффициент или деление на обратный к упомянутому коэффициенту.

Масштабирование каждой цветовой компоненты E_c посредством коэффициента $r(L)$, который зависит от компоненты яркости L , сохраняет оттенок цветов цветной картинке I .

Согласно одному варианту осуществления этапа 160, коэффициент $r(L)$ является отношением компоненты яркости L к компоненте Y :

$$r(L(i)) = \frac{L(i)}{Y(i)}$$

где $Y(i)$ является значением пикселя i компоненты Y . Фактически, значение $Y(i)$ пикселя компоненты Y зависит однозначно от значения $L(i)$ пикселя компоненты яркости L , так что отношение может быть записано как функция только от $L(i)$.

Этот вариант осуществления является предпочтительным, так как масштабирование каждой цветовой компоненты E_c посредством коэффициента $r(L)$, который дополнительно зависит от компоненты Y , сохраняет оттенок цветов цветной картинке I и, таким образом, улучшает визуальное качество декодированной цветной картинке.

Более точно, в колориметрии и теории цвета, красочность, цветность, и насыщенность указывают на воспринимаемую интенсивность конкретного цвета. Красочность является степенью различия между цветом и серым цветом. Цветность является красочностью по отношению к яркости другого цвета, который проявляется белым при аналогичных условиях просмотра. Насыщенность является красочностью цвета для цвета по отношению к его собственной яркости.

Высоко красочный стимул является живым и интенсивным, в то время как менее красочный стимул проявляется более приглушенным, более близким к серому. Без какой-либо красочности вовсе, цвет является "нейтральным" серым (картинка без какой-либо красочности в каком-либо из ее цветов называется полутоновой). Любой цвет может быть описан из его красочности (или цветности или насыщенности), освещенности (или яркости), и оттенка.

Определение оттенка и насыщенности цвета зависит от цветового пространства, используемого, чтобы представлять упомянутый цвет.

Например, когда используется цветовое пространство CIELUV, насыщенность s_{uv} определяется как отношение между цветностью C_{uv}^* к яркости L^* .

$$s_{uv} = \frac{C_{uv}^*}{L^*} = \frac{\sqrt{u^{*2} + v^{*2}}}{L^*}$$

Оттенок тогда дается посредством

$$h_{uv} = \arctan \frac{v^*}{u^*}$$

Согласно другому примеру, когда используется цветовое пространство CIELAB, насыщенность определяется как отношение цветности к яркости:

$$s_{ab} = \frac{C_{ab}^*}{L^*} = \frac{\sqrt{a^{*2} + b^{*2}}}{L^*}$$

Оттенок тогда дается посредством

$$h_{ab} = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$

Эти уравнения являются разумным предсказателем насыщенности и оттенка, которые находятся в согласии с восприятием человека насыщенности, и демонстрируют, что регулировка яркости в цветовом пространстве CIELAB (или CIELUV) при поддержании угла a^*/b^* (или u^*/v^*) фиксированным, действительно оказывает влияние на оттенок и, таким образом, восприятие того же цвета. На этапе 150, масштабирование цветовых компонент E_c посредством одного и того же коэффициента сохраняет этот угол, таким образом, оттенок.

Теперь рассмотрим случай, когда цветная картинка I представлена в цветовом пространстве CIELUV, и картинку I_2 , которая сформирована посредством комбинирования вместе компоненты яркости L , чей динамический диапазон уменьшен по сравнению с динамическим диапазоном яркости цветной картинки I (этап 130), и двух компонент цветности U ($=C_1$) и V ($=C_2$) цветового пространства CIELUV. Цвета картинки I_2 , таким образом, воспринимаются человеком по другому, так как насыщенность и оттенок цветов изменены. Способ (этап 150) определяет компоненты цветности C_1 и C_2 картинки I_2 , чтобы оттенок цветов картинки I_2 наилучшим образом соответствовал оттенку цветов цветной картинки I .

Согласно одному варианту осуществления этапа 160, коэффициент $r(L)$ дается посредством:

$$r(L(i)) = \frac{\max\{5, L(i)\}}{2048 \max\{0.01, Y(i)\}}$$

Этот последний вариант осуществления является предпочтительным, так как он предотвращает, что коэффициент идет к нулю для очень темных пикселей, то есть, позволяет, чтобы отношение было обратимым независимо от значения пикселя.

На этапе 170, две компоненты цветности C_1 , C_2 получаются из упомянутой, по меньшей мере, одной промежуточной цветовой компоненты E'_c .

Согласно одному варианту осуществления этапа 170, проиллюстрированному на фиг. 6, по меньшей мере, одна промежуточная компонента D_c ($c=1, 2$ или 3) получается посредством применения (этап 171) OETF к каждой промежуточной цветовой компоненте (E'_c):

$$\begin{cases} D_1 = \text{OETF} (E'_1) \\ D_2 = \text{OETF} (E'_2) \\ D_3 = \text{OETF} (E'_3) \end{cases}$$

Например, OETF определяется в рекомендации ITU-R BT.709 или BT.2020 и формулируется следующим образом

$$D_c = \text{OETF} (E'_c) = \begin{cases} 4.5 E'_c & E'_c < 0.018 \\ 1.099 E'^{0.45}_c - 0.099 & E'_c \geq 0.018 \end{cases}$$

Этот вариант осуществления обеспечивает возможность уменьшения динамического диапазона согласно конкретной OETF, но ведет к сложной обработке декодирования, как подробно описано ниже.

Согласно одному варианту этого варианта осуществления, проиллюстрированному на фиг. 7, OETF приближается посредством взятия квадратного корня, то есть, по меньшей мере, одна промежуточная компонента D_c ($c=1, 2$ или 3) получается посредством взятия квадратного корня (этап 171) от каждой промежуточной цветовой компоненты (E'_c):

$$\begin{cases} D_1 = \sqrt{E_1} \\ D_2 = \sqrt{E_2} \\ D_3 = \sqrt{E_3} \end{cases}$$

5

Этот вариант осуществления является предпочтительным, так как он обеспечивает хорошее приближение функции OETF, определенной в рекомендации ITU-R BT.709 или BT.2020, и ведет к декодеру низкой сложности.

Согласно другому варианту этого варианта осуществления, OETF приближается посредством взятия кубического корня, то есть, по меньшей мере, одна промежуточная компонента D_c ($c=1, 2$ или 3) получается посредством взятия кубического корня (этап 171) от каждой промежуточной цветовой компоненты (E'_c):

$$\begin{cases} D_1 = \sqrt[3]{E_1} \\ D_2 = \sqrt[3]{E_2} \\ D_3 = \sqrt[3]{E_3} \end{cases}$$

15

Этот вариант осуществления является предпочтительным, так как он обеспечивает хорошее приближение OETF, определенной в рекомендации ITU-R BT.709 или BT.2020, но он ведет к до некоторой степени более сложному декодеру, чем декодер, полученный, когда OETF приближается посредством взятия квадратного корня.

20

На этапе 172, модуль LC1 получает две компоненты цветности C_1 и C_2 посредством линейного комбинирования трех промежуточных компонент D_c :

$$\begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{bmatrix}$$

25

где A_2 и A_3 являются второй и третьей строками матрицы 3×3 A .

Фиг. 8 схематически показывает диаграмму этапов способа декодирования цветной картинке из, по меньшей мере, битового потока в соответствии с одним вариантом осуществления раскрытия.

30

На этапе 21, декодер DEC получает компоненту яркости L'' и две компоненты цветности $C''1$, $C''2$ либо из локальной, либо из удаленной памяти или посредством декодирования, по меньшей мере, частично битового потока F .

На этапе 22, модуль IGM получает конечную компоненту яркости L и две конечные компоненты цветности C_1 , C_2 из упомянутых компонент яркости L'' и цветности $C''1$, $C''2$ посредством применения обратного отображения к цветам, полученным из упомянутых компонент яркости L'' и цветности $C''1$, $C''2$.

35

На этапе 23, модуль INVC получает, по меньшей мере, одну цветовую компоненту E_c цветной картинке, подлежащей декодированию, из упомянутой конечной компоненты яркости L и упомянутых двух конечных компонент цветности C_1 , C_2 . Декодированная картинка получается посредством комбинирования вместе упомянутой, по меньшей мере, одной цветовой компоненты E_c .

40

Согласно одному варианту осуществления этапа 22, проиллюстрированному на фиг. 9, модуль ILCC получает (этап 222) конечную компоненту яркости L посредством линейного комбинирования вместе компоненты яркости L'' и двух компонент цветности $C''1$, $C''2$, и две конечные компоненты цветности C_1 , C_2 получают посредством масштабирования (этап 221) каждой из двух компонент цветности $C''1$, $C''2$ посредством

45

коэффициента $\beta(L(i))$, который зависит от значения каждого пикселя i конечной компоненты яркости L , и:

$$\begin{cases} L = L'' + mC''_1 + nC''_2 \\ C_1 = \beta(L(i)) * C''_1 \\ C_2 = \beta(L(i)) * C''_2 \end{cases} \quad (J)$$

где m и n являются коэффициентом (действительными значениями). Коэффициенты m и n могут получаться посредством факторизации матрицы $\Phi_{Ba}(L)$ в уравнении (G), то есть, m и n являются коэффициентами, полученными в Φ_0 . Следовательно, они зависят от палитры цветной картинке I (например, палитры BT.709 или BT.2020). Обычные значения для m и n являются $m \approx n$ в интервале $[0.1, 0.5]$.

Согласно одному варианту, коэффициент дополнительно зависит от значения модуляции Ba .

Уравнение (J), рассматриваемое как являющееся обратным отображением, применяется к цветам, полученным из компонент яркости L'' и цветности C''_1, C''_2 . Уравнение (J) напрямую получается из уравнения (A), которое рассматривается как являющееся отображением цветов.

Согласно одному варианту модуля ILCC, значения конечной компоненты яркости L являются всегда более высокими, чем значения компоненты яркости L'' :

$$L = L'' + \max(0, mC''_1 + nC''_2)$$

Этот вариант осуществления является предпочтительным, так как он обеспечивает, что конечная компонента яркости L не превосходит потенциальное значение усечения, которое обычно используется декодером, чтобы определять пик яркости. Когда пик яркости требуется декодеру и когда конечная компонента яркости L дается посредством уравнения (J), конечная компонента яркости L усекается, что вводит некоторые артефакты.

Согласно одному варианту осуществления, значение модуляции Ba и/или коэффициенты m и n получают из удаленной или локальной памяти, такой как таблица поиска, или из битового потока BF, как проиллюстрировано на фиг. 9.

Согласно одному варианту осуществления, коэффициент $\beta^{-1}(L(i))$ получается из таблицы поиска (LUT) для конкретного значения $L(i)$ конечной компоненты яркости L и, необязательно дополнительно из конкретного значения модуляции Ba и. Таким образом, для множества значений пиков яркости, таких, как, например, 1000, 1500 и 4000 нитов, конкретный коэффициент $\beta^{-1}(L(i))$ сохраняется в LUT для каждого конкретного значения модуляции Ba .

Согласно одному варианту, коэффициент $\beta^{-1}(L(i))$ для конкретного значения модуляции Ba получается для значения пикселя конечной компоненты яркости L посредством интерполяции пиков яркости между множеством пиков яркости, для которых сохранены LUT.

Согласно одному варианту осуществления этапа 23, проиллюстрированному на фиг. 10, на этапе 220, модуль IFM получает первую компоненту Y посредством применения нелинейной функции f^{-1} к конечной компоненте яркости L , чтобы динамика первой компоненты Y увеличивалась по сравнению с динамикой конечной компоненты яркости L :

$$Y = f^{-1}(Ba, L) \quad (A3)$$

Нелинейная функция f^{-1} является обратной к нелинейной функции f (этап 130).

Таким образом, варианты осуществления функции f^{-1} определяются согласно вариантам осуществления функции f .

5 Согласно одному варианту осуществления, параметры нелинейной функции f^{-1} (такие как a , b , c или γ) и/или данные информации Inf получается (получаются) из локальной или удаленной памяти (например, таблицы поиска) и/или из битового потока BF, как проиллюстрировано на фиг. 10.

10 Согласно одному варианту осуществления, компонента яркости L умножается на значение модуляции Ba после применения нелинейной функции f^{-1} :

$$Y = Ba * f^{-1}(L) \quad (A4)$$

Согласно одному варианту осуществления, нелинейная функция f^{-1} является обратной к гамма функции.

15 Компонента Y тогда дается посредством:

$$Y_1 = \frac{L^{1/\gamma}}{B}$$

20 где Y_1 равняется Y или Y/Ba согласно вариантам осуществления из уравнения (A3) или (A4), B является постоянным значением, γ является параметром (действительным значением строго ниже 1).

Согласно одному варианту осуществления, нелинейная функция f^{-1} является обратной к функции S-Log. Компонента Y_1 тогда дается посредством:

$$25 \quad Y_1 = \exp\left(\frac{L-c}{a}\right) - b$$

Согласно одному варианту осуществления, нелинейная функция f является обратной к либо гамма коррекции, либо коррекции SLog согласно значениям пикселей компоненты Y . Это указывается посредством данных информации Inf.

30 На этапе 230, модуль ILC получает, по меньшей мере, одну цветовую компоненту E_s из первой компоненты Y , двух конечных компонент цветности $C1$, $C2$, и из коэффициента $r(L)$, который зависит от конечной компоненты яркости L .

Декодированная цветная картинка затем получается посредством комбинирования вместе упомянутой, по меньшей мере, одной цветовой компоненты E_s .

35 Когда общая OETF применяется к каждой промежуточной цветовой компоненте E_s (этап 171 на фиг. 6), промежуточные компоненты D_s связаны с компонентой Y , двумя конечными компонентами цветности $C1$, $C2$ и коэффициентом $r(L)$:

$$40 \quad Y = A_1 \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix} = A_1 \begin{bmatrix} E'_1 \\ E'_2 \\ E'_3 \end{bmatrix} / r(L) = A_1 \begin{bmatrix} \text{EOTF}(D_1) \\ \text{EOTF}(D_2) \\ \text{EOTF}(D_3) \end{bmatrix} / r(L) \quad (A5a)$$

и

$$45 \quad \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{bmatrix} \quad (A5b)$$

где EOTF (электрооптическая передаточная функция) является обратной к OETF, применяемой на этапе 171.

Уравнение (A5b) обеспечивает

$$\begin{cases} D_2 = \vartheta_2 D_1 + L_2(C_1, C_2) \\ D_3 = \vartheta_3 D_1 + L_3(C_1, C_2) \end{cases} \quad (A6)$$

где $OETF(E_c) = D_c$, ϑ_i являются постоянными, зависящими от матрицы A, и L_i являются линейными функциями, также зависящими от матрицы A. Тогда, уравнение A5a становится:

$$r(L) * Y = A_{11}EOTF(D_1) + A_{12}EOTF(D_2) + A_{13}EOTF(D_3) \quad (A7)$$

и затем

$$r(L) * Y = A_{11}EOTF(D_1) + A_{12}EOTF(\vartheta_2 D_1 + L_2(C_1, C_2)) + A_{13}EOTF(\vartheta_3 D_1 + L_3(C_1, C_2)) \quad (A8)$$

Уравнение (A8) является неявным уравнением только относительно D_1 . В зависимости от выражения функции EOTF, уравнение (A8) может решаться более или менее просто. Когда решается, получается D_1 , D_2 , D_3 выводятся из D_1 посредством уравнения (A6). Затем промежуточные цветовые компоненты E'с получаются посредством применения EOTF к трем полученным промежуточным компонентам Dс, то есть, E'с=EOTF(Dс).

В этом общем случае, то есть, когда общая OETF (не имеет какого-либо конкретного свойства) применяется к каждой промежуточной цветовой компоненте E'с, не существует никакого аналитического решения для уравнения (8). Например, когда OETF является ITU-R BT.709/2020 OETF, и уравнение (A8) может быть решено численно посредством использования так называемого способа Ньютона или любого другого числового способа для нахождения корня регулярной функции. Однако это ведет к в высокой степени сложным декодерам.

В этом общем случае, согласно первому варианту осуществления этапа 230, проиллюстрированному на фиг. 11а, на этапе 231, модуль ILEC получает три промежуточные цветовые компоненты E'с из первой компоненты Y, двух конечных компонент цветности C1, C2 и коэффициента r(L), как описано выше. На этапе 232, три цветовые компоненты Eс получаются посредством масштабирования каждой промежуточной цветовой компоненты E'с посредством коэффициента r(L):

$$E_c(i) = E'c(i)/r(L(i))$$

где $r(L(i))$ является коэффициентом, заданным посредством этапа 160, который зависит от значения пикселя i конечной компоненты яркости L, $E'_c(i)$ является значением пикселя i промежуточной цветовой компоненты E'с, и $E_c(i)$ является значением пикселя i цветовой компоненты Eс.

Фактически этот порядок этап 231 до этапа 232 является обратным к порядку, когда за этапом 150 следует этап 170 способа кодирования.

Согласно одному варианту этого первого варианта осуществления, OEFT является функцией взятия квадратного корня и EOTF тогда является функцией возведения в квадрат.

Согласно другому варианту этого первого варианта осуществления, OEFT является функцией взятия кубического корня и EOTF является тогда кубической функцией.

Когда OETF, используемая на этапе 171, удовлетворяет условию коммутации, именно $OETF(x*y)=OETF(x)*OETF(y)$,

компонента Y и цветовые компоненты Eс соотносятся посредством:

$$Y = A_1 \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix} = A_1 \begin{bmatrix} \text{EOTF}(F_1) \\ \text{EOTF}(F_2) \\ \text{EOTF}(F_3) \end{bmatrix} \quad (\text{A9})$$

5 где F_c являются компонентами, равными $\text{OETF}(E_c)$ и

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} C'_1 \\ C'_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} / \text{OETF}(r(L)) = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{bmatrix} / \text{OETF}(r(L)) \\ &= \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{OETF}(E'_1) \\ \text{OETF}(E'_2) \\ \text{OETF}(E'_3) \end{bmatrix} / \text{OETF}(r(L)), \end{aligned}$$

так что условие коммутации обеспечивает

$$\begin{bmatrix} C'_1 \\ C'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{OETF}(E'_1/r(L)) \\ \text{OETF}(E'_2/r(L)) \\ \text{OETF}(E'_3/r(L)) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{OETF}(E_1) \\ \text{OETF}(E_2) \\ \text{OETF}(E_3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{bmatrix} \quad (\text{A10})$$

Уравнение (10) обеспечивает

$$\begin{cases} F_2 = \vartheta_2 F_1 + L_2(C'_1, C'_2) \\ F_3 = \vartheta_3 F_1 + L_3(C'_1, C'_2) \end{cases}$$

где ϑ_i являются постоянными, зависящими от матрицы A , и L_i являются линейными функциями, также зависящими от матрицы A .

Тогда, уравнение (A9) становится:

$$Y = A_{11} \text{EOTF}(F_1) + A_{12} \text{EOTF}(F_2) + A_{13} \text{EOTF}(F_3) \quad (\text{A11})$$

и тогда

$$\begin{aligned} Y &= A_{11} \text{EOTF}(F_1) + A_{12} \text{EOTF}(\vartheta_2 F_1 + L_2(C'_1, C'_2)) + \\ &\quad A_{13} \text{EOTF}(\vartheta_3 F_1 + L_3(C'_1, C'_2)) \quad (\text{A12}) \end{aligned}$$

30 Когда OETF удовлетворяет условиям коммутации, согласно второму варианту осуществления этапа 230, проиллюстрированному на фиг. 11b, на этапе 232, две промежуточные компоненты C'_1 и C'_2 получаются посредством масштабирования двух конечных компонент цветности C_1 и C_2 посредством коэффициента $\text{OETF}(r(L(i)))$, где OETF является функцией, используемой на этапе 171 из фиг. 6:

$$\begin{aligned} C'_1(i) &= \frac{C_1(i)}{\text{OETF}(r(L(i)))} \\ C'_2(i) &= \frac{C_2(i)}{\text{OETF}(r(L(i)))} \end{aligned}$$

40 где $r(L(i))$ является коэффициентом, заданным посредством этапа 160, который зависит от значения пикселя i конечной компоненты яркости L , $C'_1(i)$, $C'_2(i)$ является соответственно значением пикселя i компоненты C'_1 и C'_2 , $C_1(i)$, $C_2(i)$ является соответственно значением пикселя i двух конечных компонент цветности C_1 и C_2 .

45 На этапе 231, модуль ILEC получает три цветовые компоненты E_c из первой компоненты Y и двух промежуточных компонент цветности C'_1 , C'_2 , как описано выше.

Согласно одному варианту этого второго варианта осуществления, OETF является функцией взятия квадратного корня и EOTF тогда является функцией возведения в

квадрат. Затем, на этапе 232 на фиг. 11b, две промежуточные компоненты C'1 и C'2 получаются посредством масштабирования двух конечных компонент цветности C1 и C2 посредством коэффициента $\sqrt{r(L(i))}$

$$C'1(i) = \frac{C1(i)}{OETF(r(L(i)))} = \frac{C1(i)}{\sqrt{r(L(i))}}$$

$$C'2(i) = \frac{C2(i)}{OETF(r(L(i)))} = \frac{C2(i)}{\sqrt{r(L(i))}}$$

Уравнение (9) становится:

$$Y = A_1 \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix} = A_1 \begin{bmatrix} F_1^2 \\ F_2^2 \\ F_3^2 \end{bmatrix} \quad (A11)$$

и

$$\begin{bmatrix} C'_1 \\ C'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} / \sqrt{r(L)} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{bmatrix} / \sqrt{r(L)} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{E'_1} \\ \sqrt{E'_2} \\ \sqrt{E'_3} \end{bmatrix} / \sqrt{r(L)}$$

так что коммутация обеспечивает

$$\begin{bmatrix} C'_1 \\ C'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{E'_1/r(L)} \\ \sqrt{E'_2/r(L)} \\ \sqrt{E'_3/r(L)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sqrt{E_1} \\ \sqrt{E_2} \\ \sqrt{E_3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 \\ A_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{bmatrix} \quad (A12)$$

Уравнение (11) становится:

$$Y = A_{11}F_1^2 + A_{12}F_2^2 + A_{13}F_3^2 \quad (A13) \text{ и}$$

$$Y = A_{11}F_1^2 + A_{12}(\vartheta_2 F_1 + L_2(C'_1, C'_2))^2 + A_{13}(\vartheta_3 F_1 + L_3(C'_1, C'_2))^2 \quad (A14)$$

Уравнение (A14) является уравнением второго порядка, которое может решаться аналитически. Это аналитическое решение ведет к конкретному варианту осуществления этапа 231, как проиллюстрировано на фиг. 12. Этот вариант осуществления является предпочтительным, так как он делает возможным аналитическое выражение функции EOTF (обратной к OETF) и, таким образом, декодированных компонент картинки.

Более того, EOTF является тогда функцией возведения в квадрат, которая является обработкой низкой сложности на стороне декодирования. На этапе 2310, модуль SM получает вторую компоненту S посредством комбинирования вместе двух промежуточных компонент цветности C'1, C'2 и первой компоненты Y:

$$S = \sqrt{Y + k_0 C'^2_1 + k_1 C'^2_2 + k_2 C'_1 C'_2}$$

где k_0, k_1 и k_2 значения параметров и C'^2_c означает квадрат компоненты C'_c ($c=1$ или 2).

На этапе 2311, модуль LC2 получает три компоненты решателя Fc посредством линейного комбинирования вместе промежуточной компоненты цветности C'1, C'2 и второй компоненты S:

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{bmatrix} = C \begin{bmatrix} S \\ C_1 \\ C_2 \end{bmatrix}$$

5 где C является матрицей 3×3 , определенной как обратная к матрице A .

На этапе 2312, три цветовые компоненты E_s получаются посредством взятия квадрата каждой промежуточной цветовой компоненты (D_s):

$$10 \quad \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{EOTF}(F_1) \\ \text{EOTF}(F_2) \\ \text{EOTF}(F_3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (F_1)^2 \\ (F_2)^2 \\ (F_3)^2 \end{bmatrix}$$

Матрица A определяет преобразование картинки I , подлежащей кодированию, из цветового пространства (E_1, E_2, E_3), в котором представляются значения пикселей картинки, подлежащей кодированию, в цветовое пространство (Y, C_1, C_2).

15 Такая матрица зависит от палитры цветной картинки, подлежащей кодированию.

Например, когда картинка, подлежащая кодированию, представлена в палитре BT709, как определено ITU-R Rec. 709, матрица A дается посредством:

$$20 \quad A = \begin{bmatrix} 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ -0.1146 & -0.3854 & 0.5 \\ 0.5 & -0.4541 & 0.0459 \end{bmatrix}$$

и матрица C дается посредством:

$$25 \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1.5748 \\ 1 & -0.1874 & -0.4681 \\ 1 & 1.8556 & 0 \end{bmatrix}$$

Согласно одному варианту этого второго варианта осуществления, OEFT является функцией взятия кубического корня и EOTF является тогда кубической функцией. Затем, на этапе 232 на фиг. 11b, две промежуточные компоненты C'_1 и C'_2 затем могут

30 C_2 посредством коэффициента $\sqrt[3]{r(L(i))}$:

$$C'_1(i) = \frac{C_1(i)}{\sqrt[3]{r(L(i))}}$$

$$35 \quad C'_2(i) = \frac{C_2(i)}{\sqrt[3]{r(L(i))}}$$

EOTF является тогда кубической функцией, таким образом, ведя к уравнению (14) относительно F_1 , которое является более сложным уравнением третьего порядка, которое может решаться аналитически посредством так называемого способа Кардано.

40 Очень сложные аналитические решения также существуют для уравнения четвертого порядка (способ Феррари), но нет для порядка, более высокого или равного пяти, как утверждает теорема Абеля-Руффини.

Декодер DEC выполнен с возможностью декодировать данные, которые были кодированы посредством кодера ENC.

45 Кодер ENC (и декодер DEC) не ограничен конкретным кодером (декодером), но когда энтропийный кодер (декодер) требуется, энтропийный кодер, такой как кодер Хаффмана, арифметический кодер или контекстно-адаптивный кодер, такой как Cabac, используемый в H264/AVC или HEVC, является предпочтительным.

Кодеры ENC (и декодер DEC) не ограничен конкретным кодером, который может быть, например, унаследованным кодером кадров/видео с потерями, как, например, JPEG, JPEG2000, MPEG2, H264/AVC или HEVC.

На фиг. 1-12, модули являются функциональными блоками, которые могут находиться или могут не находиться в отношении с различными физическими блоками. Например, эти модули или некоторые из них могут обеспечиваться вместе в одиночном компоненте или схеме, или вносить вклад в функциональные возможности программного обеспечения. Наоборот, некоторые модули могут потенциально компоноваться из отдельных физических сущностей. Устройства, которое является совместимыми с раскрытием, осуществляются с использованием либо чистого аппаратного обеспечения, например, с использованием выделенного аппаратного обеспечения такого ASIC или FPGA или VLSI, соответственно "специализированной интегральной схемы", "программируемой пользователем вентиляционной матрицы", "сверхбольшой интегральной схемы", или из нескольких интегрированных электронных компонентов, встроенных в устройство, или из смешивания компонентов аппаратного обеспечения и программного обеспечения.

Фиг. 13 представляет иллюстративную архитектуру устройства 1300, которое может быть выполнено с возможностью осуществлять способ, описанный в отношении фиг. 1-12.

Устройство 1300 содержит следующие элементы, которые связаны вместе посредством шины 1301 данных и адресов:

- микропроцессор 1302 (или CPU), который является, например, DSP (или цифровым сигнальным процессором);
- ROM (или постоянное запоминающее устройство) 1303;
- RAM (или память с произвольным доступом) 1304;
- интерфейс 1305 I/O для передачи и/или приема данных, от приложения; и
- аккумулятор 1306

Согласно одному варианту, аккумулятор 1306 является внешним к устройству. Каждый из этих элементов из фиг. 13 является хорошо известным специалистам в данной области техники и не будет дополнительно описываться. В каждой из упомянутой памяти, признак "регистр", используемый в описании, может соответствовать области малой емкости (несколько битов) или очень большой области (например, всей программе или большому объему принятых или декодированных данных). ROM 1303 содержит, по меньшей мере, программу и параметры. Алгоритм способов согласно раскрытию хранится в ROM 1303. Когда включается, CPU 1302 загружает программу в RAM и исполняет соответствующие инструкции.

RAM 1304 содержит, в регистре, программу, исполняемую посредством CPU 1302 и загружаемую после включения устройства 1300, входные данные в регистре, промежуточные данные в разных состояниях способа в регистре, и другие переменные, используемые для исполнения способа в регистре.

Варианты осуществления, здесь описанные, могут осуществляться, например, в способе или обработке, устройстве, программно-реализованной программе, потоке данных, или сигнале. Даже если описывается только в контексте одиночной формы реализации (например, описывается только как способ или устройство), реализация описанных признаков также может осуществляться в других формах (например, программе). Устройство может осуществляться, например, в, соответствующем аппаратном обеспечении, программном обеспечении, и встроенном программном обеспечении. Способы могут осуществляться, например, в, устройстве, таком, как,

например, процессор, который указывает на устройства обработки в общем, включающие в себя, например, компьютер, микропроцессор, интегральную схему, или программируемое логическое устройство. Процессоры также включают в себя устройства связи, такие, как, например, компьютеры, сотовые телефоны, портативные/

5 персональные цифровые ассистенты ("PDA"), и другие устройства, которые обеспечивают передачу информации между конечными пользователями.

Согласно конкретному варианту осуществления кодирования или кодера, цветная картинка I получается из источника. Например, источник принадлежит набору, содержащему:

- 10 - локальную память (1303 или 1304), например, видеопамять или RAM (или память с произвольным доступом), флэш-память, ROM (или постоянное запоминающее устройство), жесткий диск;
- интерфейс хранилища, например, интерфейс с запоминающим устройством большой ёмкости, RAM, флэш-памятью, ROM, оптическим диском или магнитной опорой;
- 15 - интерфейс (1305) связи, например, проводной интерфейс (например, шинный интерфейс, интерфейс глобальной сети, интерфейс локальной сети) или беспроводной интерфейс (такой как интерфейс IEEE 802.11 или интерфейс Bluetooth®); и
- схему захвата картинок (например, датчик, такой, как, например, CCD (или прибор с зарядовой связью) или CMOS (или комплементарный металло-оксидный
- 20 полупроводник)).

Согласно разным вариантам осуществления декодирования или декодера, декодированная картинка отправляется в пункт назначения; конкретно, пункт назначения принадлежит набору, содержащему:

- 25 - локальную память (1303 или 1304), например, видеопамять или RAM (или память с произвольным доступом), флэш-память, ROM (или постоянное запоминающее устройство), жесткий диск;
- интерфейс хранилища, например, интерфейс с запоминающим устройством большой ёмкости, RAM, флэш-памятью, ROM, оптическим диском или магнитной опорой;
- интерфейс (1305) связи, например, проводной интерфейс (например, шинный
- 30 интерфейс, интерфейс глобальной сети, интерфейс локальной сети) или беспроводной интерфейс (такой как интерфейс IEEE 802.11 или интерфейс Bluetooth®); и
- устройство отображения.

Согласно разным вариантам осуществления кодирования или кодера, битовый поток BF и/или F отправляются в пункт назначения. В качестве примера, один из битового

35 потока F и BF или оба битовых потока F и BF сохраняются в локальной или удаленной памяти, например, видеопамяти (1304) или RAM (1304), жестком диске (1303). В одном варианте, один или оба битовых потока отправляются в интерфейс хранилища, например, интерфейс с запоминающим устройством большой ёмкости, флэш-памятью, ROM, оптическим диском или магнитной опорой, и/или передаются по интерфейсу

40 (1305) связи, например, интерфейсу для линии связи точка-точка, шине передачи данных, линии связи точка-много точек или широкополосной сети.

Согласно разным вариантам осуществления декодирования или декодера, битовый поток BF и/или F получается из источника. Иллюстративно, битовый поток считывается из локальной памяти, например, видеопамяти (1304), RAM (1304), ROM (1303), флэш-

45 памяти (1303) или жесткого диска (1303). В одном варианте, битовый поток принимается из интерфейса хранилища, например, интерфейса с запоминающим устройством большой ёмкости, RAM, ROM, флэш-памятью, оптическим диском или магнитной опорой, и/или принимается из интерфейса (1305) связи, например, интерфейса для линии связи точка-

точка, шины, линии связи точка-много точек или широковещательной сети.

Согласно разным вариантам осуществления, устройство 1300, которое выполнено с возможностью осуществлять способ кодирования, описанный в отношении фиг. 2-7, принадлежит набору, содержащему:

- 5 - мобильное устройство;
- устройство связи;
- игровое устройство;
- планшет (или планшетный компьютер);
- портативный компьютер;
- 10 - камеру неподвижных картинок;
- видеокамеру;
- кодирующую микросхему;
- сервер неподвижных картинок; и
- сервер видео (например, широковещательный сервер, сервер видео по запросу или
- 15 веб-сервер).

Согласно разным вариантам осуществления, устройство 1300, которое выполнено с возможностью осуществлять способ декодирования, описанный в отношении фиг. 8-12, принадлежит набору, содержащему:

- мобильное устройство;
- 20 - устройство связи;
- игровое устройство;
- приставку к телевизору;
- приемник TV;
- планшет (или планшетный компьютер);
- 25 - портативный компьютер;
- устройство отображения и
- декодирующую микросхему.

Согласно одному варианту осуществления, проиллюстрированному на фиг. 14, в контексте передачи между двумя удаленными устройствами А и В по сети связи NET, 30 устройство А содержит средства, которые выполнены с возможностью осуществлять способ для кодирования картинки, как описано в отношении фиг. 2-7, и устройство В содержит средства, которые выполнены с возможностью осуществлять способ для декодирования, как описано в отношении фиг. 8-12.

Согласно одному варианту раскрытия, сеть является широковещательной сетью, 35 выполненной с возможностью осуществлять широковещательную передачу неподвижных картинок или видеок картинок от устройства А в устройства декодирования, включающие в себя устройство В.

Варианты осуществления различных процессов и признаков, здесь описанных, могут осуществляться в многообразии разных оборудований или приложений. Примеры 40 такого оборудования включают в себя кодер, декодер, постпроцессор, обрабатывающий вывод из декодера, процессор предварительной обработки, обеспечивающий ввод в кодер, кодер видео, декодер видео, видеокодек, веб-сервер, приставку к телевизору, портативный компьютер, персональный компьютер, сотовый телефон, PDA, и любое другое устройство для обработки картинки или видео или другие устройства связи. Как 45 должно быть ясно, оборудование может быть мобильным и даже установленным в мобильном транспортном средстве.

Дополнительно, способы могут осуществляться посредством инструкций, которые выполняются посредством процессора, и такие инструкции (и/или значения данных,

сформированные посредством одного варианта осуществления) могут храниться в считываемом компьютером запоминающем носителе. Считываемый компьютером запоминающий носитель может принимать форму считываемого компьютером программного продукта, осуществленного в одном или более считываемом компьютером носителе (носителях) и имеющего считываемый компьютером программный код, воплощенный на нем, который является исполнимым посредством компьютера. Считываемый компьютером запоминающий носитель, как здесь используется, рассматривается как некратковременный запоминающий носитель при имеющейся присущей способности хранить информацию на нем, также как присущей способности обеспечивать извлечение информации из него. Считываемый компьютером запоминающий носитель может быть, например, но не ограничен этим, электронной, магнитной, оптической, электромагнитной, инфракрасной, или полупроводниковой системой, аппаратом, или устройством, или любой подходящей комбинацией вышеупомянутого. Следует принять во внимание, что последующее, в то время как обеспечивает более конкретные примеры считываемых компьютером запоминающих носителей, к которым представленные принципы могут применяться, является всего лишь иллюстративным и не исчерпывающим перечислением, как должно непосредственно приниматься во внимание специалистом в данной области техники: переносная компьютерная дискета; жесткий диск; постоянное запоминающее устройство (ROM); стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство (EPROM или флэш-память); портативное постоянное запоминающее устройство компакт-диска (CD-ROM); устройство оптического хранилища; устройство магнитного хранилища; или любая подходящая комбинация вышеупомянутого.

Инструкции могут формировать прикладную программу, материально осуществленную на считываемом процессором носителе.

Инструкции могут находиться, например, в аппаратном обеспечении, встроенном программном обеспечении, программном обеспечении, или комбинации. Инструкции могут находиться, например, в операционной системе, отдельном приложении, или комбинации упомянутых двух. Процессор может характеризоваться, поэтому, как, например, как устройство, выполненное с возможностью выполнять обработку, так и устройство, которое включает в себя считываемый процессором носитель (такой как запоминающее устройство), имеющий инструкции для выполнения обработки. Дополнительно, считываемый процессором носитель может хранить, в дополнение к или вместо инструкций, значения данных, сформированные посредством одного варианта осуществления.

Как должно быть ясно специалисту в данной области техники, варианты осуществления могут формировать многообразие сигналов, форматированных для переноса информации, которая может, например, сохраняться или передаваться. Информация может включать в себя, например, инструкции для выполнения способа, или данные, сформированные посредством одного из описанных вариантов осуществления. Например, сигнал может форматироваться для передачи в виде данных правил для записи или считывания синтаксиса описанного варианта осуществления, или для передачи в виде данных фактических синтаксических значений, записанных посредством описанного варианта осуществления. Такой сигнал может быть отформатирован, например, как электромагнитная волна (например, с использованием радиочастотной части спектра) или как сигнал базовой полосы. Форматирование может включать в себя, например, кодирование потока данных и модуляцию несущей с помощью потока кодированных данных. Информация, которую сигнал переносит,

может быть, например, аналоговой или цифровой информацией. Сигнал может передаваться по многообразию разных проводных или беспроводных линий связи, как является известным. Сигнал может сохраняться на считываемом процессором носителе.

Было описано некоторое количество вариантов осуществления. Тем не менее, следует понимать, что могут осуществляться различные модификации. Например, элементы разных вариантов осуществления могут комбинироваться, дополняться, модифицироваться, или удаляться для формирования других вариантов осуществления. Дополнительно, специалист в данной области техники должен понимать, что другие структуры и обработки могут заменять те, что раскрыты, и результирующие варианты осуществления будут выполнять, по меньшей мере, по существу, такую же функцию (функции), по меньшей мере, по существу, таким же способом (способами), чтобы достигать, по меньшей мере, по существу, такого же результата (результатов), что и раскрытые варианты осуществления. Соответственно, эти и другие варианты осуществления предусматриваются этой заявкой.

(57) Формула изобретения

1. Способ для кодирования цветной картинки, имеющей цветовые компоненты, содержащий:

получение (11) компоненты яркости (L) и двух конечных компонент цветности (C1, C2) из цветной картинки, подлежащей кодированию, получение (12) конечной компоненты яркости (L") и двух конечных компонент цветности (C1", C2"), и кодирование (13) упомянутой конечной компоненты яркости (L") и упомянутой по меньшей мере одной конечной компоненты цветности, отличающийся тем, что способ дополнительно содержит:

определение первого коэффициента ($\beta^{-1}(L(i))$) на основе значения каждого пикселя (i) компоненты яркости (L);

получение упомянутых двух конечных компонент цветности (C1", C2") посредством масштабирования упомянутых двух компонент цветности (C1, C2) посредством первого коэффициента; и

получение (122) конечной компоненты яркости (L") посредством линейного комбинирования вместе компоненты яркости (L) и упомянутых двух конечных компонент цветности (C1", C2") следующим образом:

$$L'' = L - mC''_1 - nC''_2,$$

где L является компонентой яркости, L" является конечной компонентой яркости, C1" и C2" являются упомянутыми двумя конечными компонентами цветности, m и n являются ненулевыми коэффициентами.

2. Способ по п. 1, в котором способ дополнительно содержит сохранение коэффициентов m и n либо в локальной, либо в удаленной памяти и/или добавление коэффициентов m и n в битовый поток.

3. Способ по одному из пп. 1, 2, в котором упомянутый первый коэффициент получается из таблицы поиска для конкретного значения пикселя (i) упомянутой компоненты яркости (L).

4. Способ по п. 3, в котором упомянутый первый коэффициент получается для конкретного значения пикселя (i) упомянутой компоненты яркости (L) посредством интерполяции значений таблицы поиска.

5. Способ по одному из пп. 1-4, в котором упомянутый первый коэффициент дополнительно зависит от коэффициентов m и n.

6. Способ по п. 5, в котором упомянутый первый коэффициент получается таким

образом, что искажение палитры, вычисленное между палитрой цветов, полученных из упомянутых конечных компонент яркости (L'') и цветности (C''_1, C''_2), и палитрой цветов цветной картинке, подлежащей кодированию, минимизируется.

7. Способ по одному из пп. 1-6, в котором получение (11) компоненты яркости (L) и двух компонент цветности (C_1, C_2) из цветной картинке, подлежащей кодированию, содержит:

получение (130) компоненты яркости (L), содержащее:

получение (120) значения модуляции (B_a) из яркости (Y) цветной картинке;

получение масштабированной яркости посредством деления яркости (Y) цветной картинке на упомянутое значение модуляции (B_a);

получение компоненты яркости (L) посредством применения нелинейной функции к упомянутой масштабированной яркости, чтобы динамика упомянутой компоненты яркости (L) уменьшалась по сравнению с динамикой упомянутой масштабированной яркости;

получение двух компонент цветности (C_1, C_2) посредством:

получения второго коэффициента ($r(L(i))$), который зависит от значения пикселя (i) упомянутой компоненты яркости ($L(i)$) и значения яркости ($Y(i)$) совместно расположенного пикселя (i) в цветной картинке;

получения (150), по меньшей мере, одной промежуточной цветовой компоненты (E'_c) посредством умножения каждой цветовой компоненты (E_c) на упомянутый второй коэффициент ($r(L)$); и

получения (170) упомянутых двух компонент цветности (C_1, C_2) из упомянутой по меньшей мере одной промежуточной цветовой компоненты (E'_c).

8. Способ для декодирования цветной картинке из битового потока, содержащий:

получение (21) компоненты яркости (L'') и двух компонент цветности (C''_1, C''_2) из битового потока;

получение (22) двух конечных компонент цветности (C_1, C_2) из упомянутых двух компонент цветности (C''_1, C''_2); и

получение (23) цветной картинке, подлежащей декодированию, из конечной компоненты яркости (L) и упомянутых двух конечных компонент цветности, отличающийся тем, что получение (22) упомянутых двух конечных компонент цветности содержит:

получение первого коэффициента ($\beta^{-1}(L(i))$) из значения каждого пикселя (i) конечной компоненты яркости (L);

получение (222) упомянутых двух конечных компонент цветности (C_1, C_2) посредством умножения (221) упомянутых двух компонент цветности (C''_1, C''_2) на первый коэффициент;

получение (222) конечной компоненты яркости (L) посредством линейного комбинирования вместе компоненты яркости (L'') и упомянутых двух компонент цветности следующим образом:

$$L = L'' + mC''_1 + nC''_2,$$

где L является конечной компонентой яркости, L'' является компонентой яркости, C''_1 и C''_2 являются упомянутыми двумя компонентами цветности, m и n являются ненулевыми коэффициентами.

9. Способ по п. 8, в котором получение (23) цветной картинке, подлежащей декодированию, из упомянутой конечной компоненты яркости (L) и упомянутых двух конечных компонент цветности (C_1, C_2) содержит:

получение (220) первой компоненты (Y), содержащее:

получение результирующей компоненты посредством применения нелинейной функции к упомянутой конечной компоненте яркости (L), чтобы динамика упомянутой результирующей компоненты увеличивалась по сравнению с динамикой конечной

5 компоненты яркости (L);

получение значения модуляции (Ba) из яркости цветной картинке, подлежащей декодированию;

получение первой компоненты (Y) посредством умножения упомянутой результирующей компоненты на упомянутое значение модуляции;

10 получение второго коэффициента ($r(L(i))$), который зависит от значения (L(i)) пикселя (i) упомянутой конечной компоненты яркости (L);

получение (230) по меньшей мере одной цветовой компоненты (Ec) из упомянутой первой компоненты (Y), упомянутых двух конечных компонент цветности (C1, C2) и упомянутого второго коэффициента ($r(L(i))$); и

15 формирование декодированной картинке посредством комбинирования вместе упомянутой по меньшей мере одной цветовой компоненты (Ec).

10. Устройство для кодирования цветной картинке, имеющей цветовые компоненты, содержащее процессор, выполненный с возможностью получать компоненту яркости (L) и две конечные компоненты цветности (C1, C2) из цветной картинке, подлежащей

20 кодированию, получать конечную компоненту яркости (L") и две конечные компоненты цветности (C1", C2") и кодировать упомянутую конечную компоненту яркости (L") и упомянутую по меньшей мере одну конечную компоненту цветности, отличающееся тем, что процессор дополнительно выполнен с возможностью:

25 определять первый коэффициент ($\beta^{-1}(L(i))$) на основе значения каждого пикселя (i) компоненты яркости (L);

получать упомянутые две конечные компоненты цветности (C1", C2") посредством масштабирования упомянутых двух компонент цветности (C1, C2) посредством первого коэффициента; и

30 получать (122) конечную компоненту яркости (L") посредством линейного комбинирования вместе компонент яркости (L) и упомянутых двух конечных компонент цветности (C1", C2") следующим образом:

$$L'' = L - mC''_1 - nC''_2,$$

35 где L является компонентой яркости, L" является конечной компонентой яркости, C1" и C2" являются упомянутыми двумя конечными компонентами цветности, m и n являются ненулевыми коэффициентами.

11. Устройство для декодирования цветной картинке из битового потока, содержащее процессор, выполненный с возможностью:

40 получать компоненту яркости (L") и две компоненты цветности (C1", C2") из битового потока;

получать две конечные компоненты цветности (C1, C2) из упомянутых двух компонент цветности (C1", C2"); и

45 получать цветную картинку, подлежащую декодированию, из конечной компоненты яркости (L) и упомянутых двух конечных компонент цветности, отличающееся тем, что процессор дополнительно выполнен с возможностью получения двух конечных компонент цветности посредством:

получения первого коэффициента ($\beta^{-1}(L(i))$) из значения каждого пикселя (i) конечной компоненты яркости (L);

получения упомянутых двух конечных компонент цветности (C1, C2) посредством умножения упомянутых двух компонент цветности (C1", C2") на первый коэффициент;

получения конечной компоненты яркости (L) посредством линейного комбинирования вместе компоненты яркости (L") и упомянутых двух компонент цветности следующим образом:

$$L = L'' + mC''_1 + nC''_2,$$

где L является конечной компонентой яркости, L" является компонентой яркости, C"1 и C"2 являются упомянутыми двумя компонентами цветности, m и n являются ненулевыми коэффициентами.

12. Считываемый процессором носитель, имеющий сохраненные на нем инструкции для предписания процессору выполнять, по меньшей мере, этапы способа кодирования по п. 1.

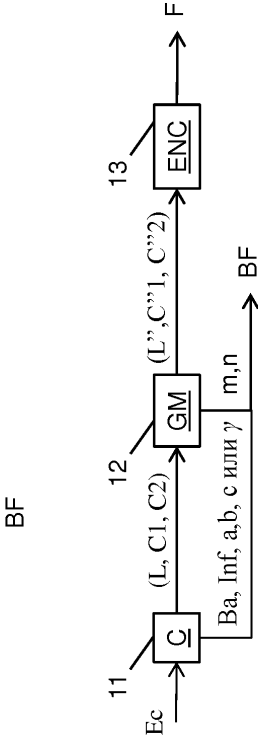
13. Считываемый процессором носитель, имеющий сохраненные на нем инструкции для предписания процессору выполнять, по меньшей мере, этапы способа декодирования по п. 8.

14. Некратковременный запоминающий носитель, несущий инструкции кода программы для исполнения этапов способа по одному из пп. 1-7, когда упомянутая программа исполняется на вычислительном устройстве.

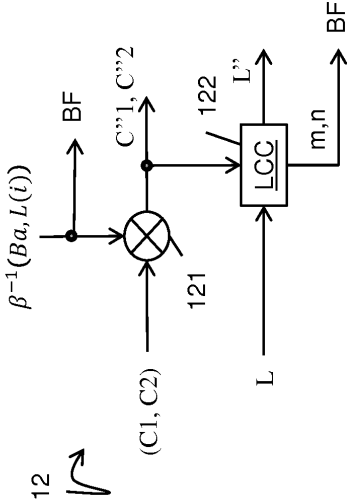
15. Некратковременный запоминающий носитель, несущий инструкции кода программы для исполнения этапов способа по одному из пп. 8, 9, когда упомянутая программа исполняется на вычислительном устройстве.

1

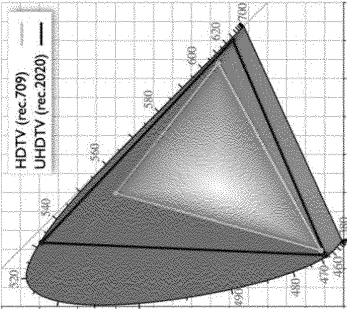
1/5



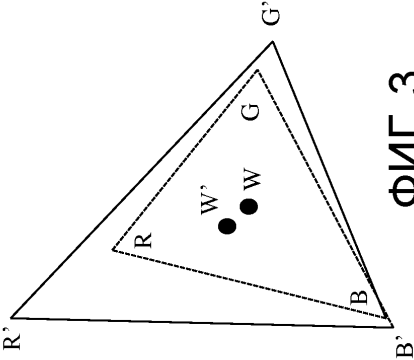
ФИГ. 2



ФИГ. 4

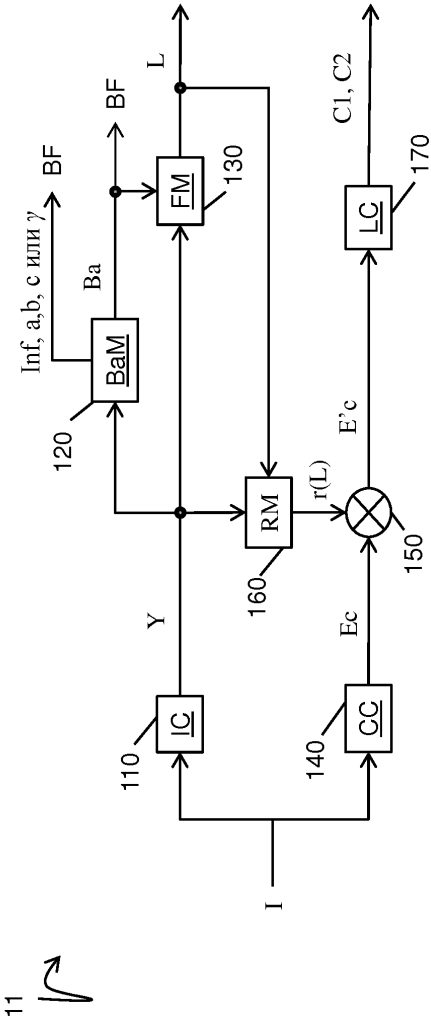


ФИГ. 1

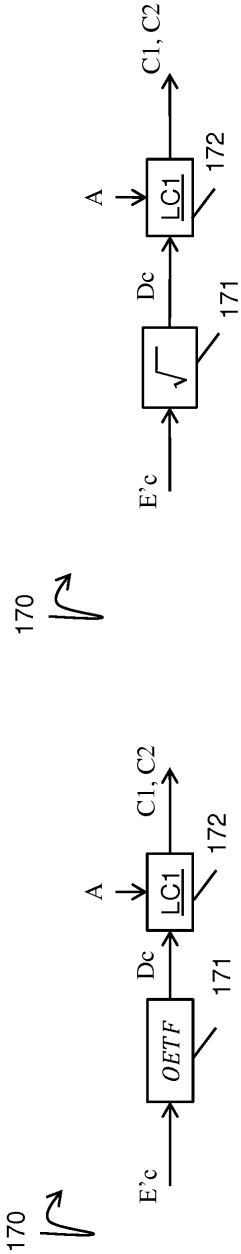


ФИГ. 3

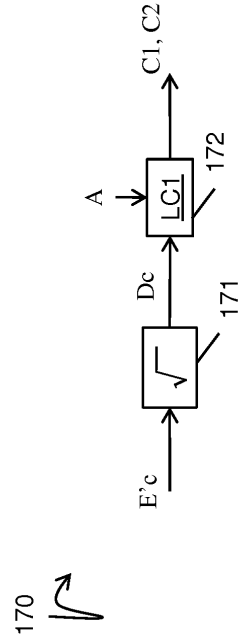
2



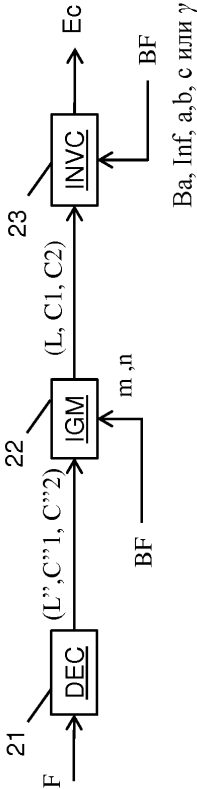
ФИГ. 5



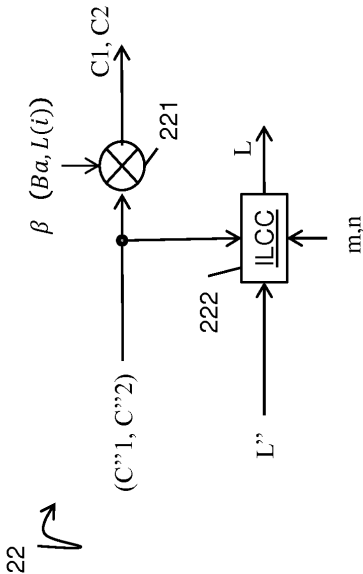
ФИГ. 6



ФИГ. 7

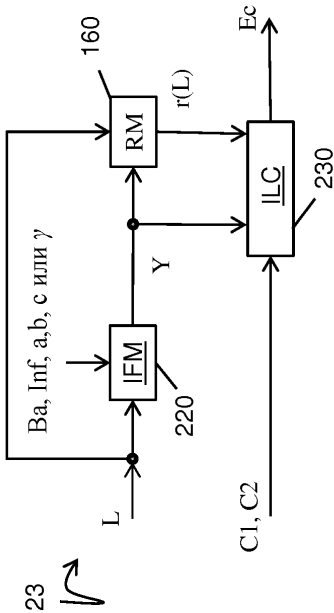


ФИГ. 8

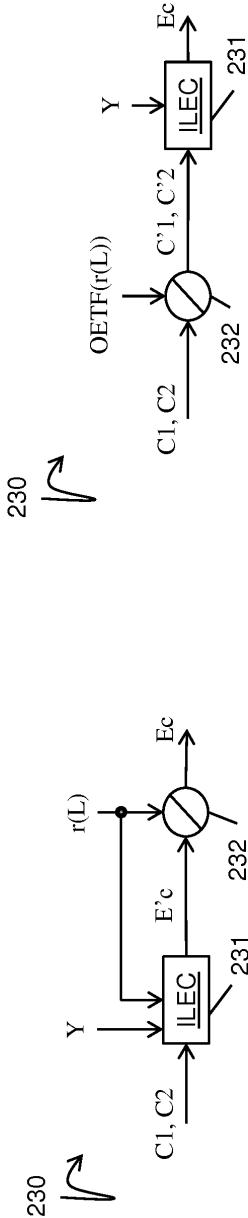


ФИГ. 9

3/5

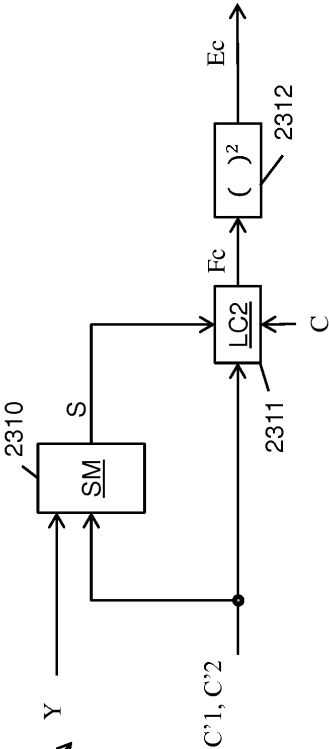


ФИГ. 10

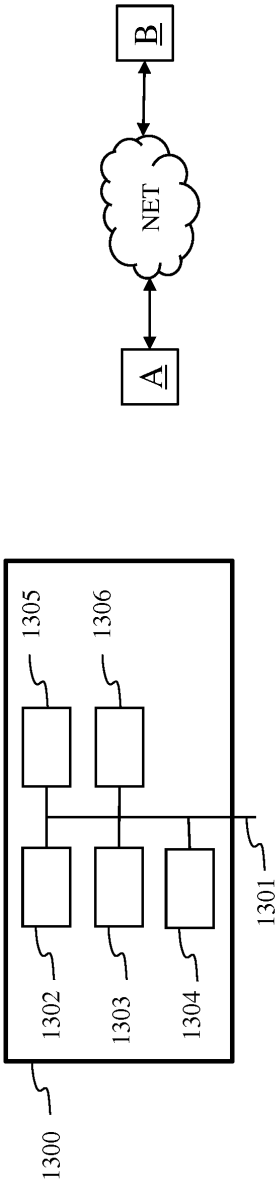


ФИГ. 11В

ФИГ. 11А



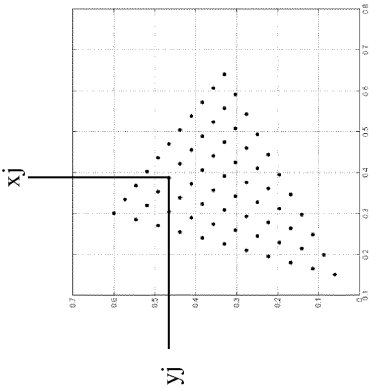
ФИГ. 12



ФИГ. 13



ФИГ. 14



ФИГ. 15