

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040654**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.07.12

(21) Номер заявки
202190386

(22) Дата подачи заявки
2019.08.01

(51) Int. Cl. **H04N 19/36** (2014.01)
H04N 19/60 (2014.01)
H04N 19/33 (2014.01)
H04N 19/132 (2014.01)
H04N 19/167 (2014.01)
H04N 19/172 (2014.01)
H04N 19/59 (2014.01)
H04N 19/61 (2014.01)

(54) ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ КОДИРОВАНИЯ УЛУЧШЕНИЯ СИГНАЛА

(31) **1812708.4; 1812709.2; 1812710.0;
1903844.7; 1904014.6; 1904492.4;
1905325.5**

(32) **2018.08.03; 2018.08.03; 2018.08.03;
2019.03.20; 2019.03.23; 2019.03.29;
2019.04.15**

(33) **GB**

(43) **2021.06.18**

(86) **PCT/GB2019/052154**

(87) **WO 2020/025957 2020.02.06**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**В-НОВА ИНТЕРНЕСНЛ ЛИМИТЕД
(GB)**

(72) Изобретатель:
Мерди Гвидо, Дамнянович Иван (GB)

(74) Представитель:
**Харин А.В., Стойко Г.В., Буре Н.Н.,
Галухина Д.В. (RU)**

(56) **WO-A1-2013171173**

H. SCHWARZ ET AL.: "Overview of the Scalable Video Coding Extension of the H.264/AVC Standard", IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, vol. 17, no. 9, 1 September 2007 (2007-09-01), pages 1103-1120, XP055378169, US ISSN: 1051-8215, DOI: 10.1109/TCSVT.2007.905532 figure 12 page 7, right-hand column, last paragraph - page 8, left-hand column, paragraph 1 page 10, left-hand column, lines 6-10

EP-A1-2816805

(57) Предусмотрены меры для кодирования сигнала. Входной кадр (102) принимается и подвергается понижающей дискретизации для получения кадра (103) с пониженной дискретизацией. Кадр (103) с пониженной дискретизацией передается в модуль (104) кодирования, который кодирует кадр (103) с пониженной дискретизацией для генерации закодированного кадра (105). Декодированный кадр получается из модуля декодирования (106), который генерирует декодированный кадр путем декодирования закодированного кадра (105). Набор остаточных данных (113) генерируется путем взятия разницы между декодированным кадром и кадром с пониженной дискретизацией (103) и кодируется для генерации набора закодированных остаточных данных. Кодирование включает преобразование набора остаточных данных в преобразованный набор остаточных данных. Набор закодированных остаточных данных выводится на декодер, чтобы дать возможность декодеру восстановить входной кадр. Также предусмотрены меры для декодирования сигнала.

040654 B1

040654 B1

Область техники

Раскрытие относится к способам и устройствам для кодирования и/или декодирования сигналов. Более конкретно, настоящее раскрытие относится к кодированию и декодированию видеосигналов и сигналов изображения, но может быть расширено до любого другого типа данных, подлежащих сжатию и распаковке.

Уровень техники

Описанные здесь способы и устройства основаны на общем алгоритме, который построен на существующем алгоритме кодирования и/или декодирования (который работает как базовый уровень для улучшенного уровня) и который работает согласно другому алгоритму кодирования и/или декодирования. Примеры существующих алгоритмов кодирования и/или декодирования включают в себя, помимо прочего, стандарты MPEG, такие как AVC/H.264, HEVC/H.265 и т.д., и нестандартные алгоритмы, такие как VP9, AV1 и другие.

Краткое изложение сущности изобретения

Различные меры (например, способы и устройства кодирования и декодирования), предусмотренные в соответствии с настоящим раскрытием, определены в прилагаемой формуле изобретения.

Дополнительные особенности и преимущества станут очевидными из следующего описания, приведенного только в качестве примера, которое сделано со ссылкой на прилагаемые чертежи.

Краткое описание графических материалов

На фиг. 1 показана диаграмма, изображающая пример остаточного кодирования LOQ-1;
 на фиг. 2 показана схема, изображающая пример остаточного кодирования LOQ-0.
 на фиг. 3 показана схема, изображающая пример процесса и системы декодирования;
 на фиг. 4 показана диаграмма, изображающая пример структуры данных для преобразованных остатков;
 на фиг. 5 показана диаграмма, изображающая пример вычисления ошибки сжатия;
 на фиг. 6 показана диаграмма, изображающая пример процесса разложения среднего значения;
 на фиг. 7 показана диаграмма, изображающая пример процесса горизонтального разложения;
 на фиг. 8 показана схема, изображающая пример процесса вертикального разложения;
 на фиг. 9 показана схема, изображающая пример процесса диагонального разложения.
 на фиг. 10 показана диаграмма, изображающая пример вычисления разложения среднего значения LoQ-0;
 на фиг. 11 показана диаграмма, изображающая пример процесса преобразования обратного направленного разложения (DD) (LOQ-1); и
 на фиг. 12 показана диаграмма, изображающая пример того, как восстановить средний компонент в декодере, начиная с закодированного среднего, A_{enc} .

Подробное описание сущности изобретения

Полный алгоритм, описанный в данном документе, иерархически кодирует и/или декодирует видеокادر, в отличие от использования подходов на основе блоков, используемых в семействе алгоритмов MPEG. Способы иерархического кодирования кадра, которые описаны здесь, включают в себя создание остатков для полного кадра, а затем прореженного кадра и так далее. Различные уровни в иерархии могут относиться к разным разрешениям, называемым здесь уровнями качества - LOQ - и остаточные данные могут быть сгенерированы для разных уровней. В примерах, остаточные данные сжатия видео для полноразмерного видеокadra могут быть обозначены как "LOQ-0" (например, 1920x1080 для видеокadra высокой четкости - HD), в то время как данные прореженного кадра могут быть обозначены как "LOQ-x". В этих случаях "x" обозначает количество иерархических децимаций. В некоторых описанных здесь примерах переменная "x" имеет максимальное значение, равное единице, и, следовательно, существует ровно два иерархических уровня, для которых будут генерироваться остатки сжатия (например, $x = 0$ и $x = 1$).

На фиг. 1 показан пример того, как закодированные данные для одного уровня качества - LOQ-1 - генерируются в устройстве кодирования.

Общий алгоритм и методы описаны с использованием алгоритма кодирования/декодирования AVC/H.264 в качестве примера базового алгоритма. Однако другие алгоритмы кодирования/декодирования могут использоваться в качестве базовых алгоритмов без какого-либо влияния на способ работы всего алгоритма. На фиг. 1 показан процесс 100 генерирования закодированных энтропийно остатков для уровня иерархии LOQ-1.

Первый шаг 101 - прореживание входящего несжатого видео в два раза. Это может включать понижающую дискретизацию входного кадра 102 (обозначенного "Входной кадр" на рисунке 1), имеющего высоту H и ширину W , для создания прореженного кадра 103 (помеченного "Half-2D size" на рисунке 1), имеющего высоту $H/2$ и ширину $W/2$. Процесс понижающей дискретизации включает уменьшение каждой оси в два раза и эффективно выполняется за счет использования блоков сетки 2×2 . Понижающая дискретизация может выполняться различными способами, примеры которых включают, помимо прочего, усреднение и повторную выборку Ланцоша.

Прореженный кадр 103 затем проходит через алгоритм базового кодирования (в этом примере ал-

горитм кодирования AVC / H.264), где опорный кадр 105 с энтропийным кодированием (помеченный как "Основание половинного размера" на фиг. 1), имеющий высоту $H/2$ и ширину $W/2$, затем генерируется объектом 104, помеченным как "H.264 Encode" на фиг. 1, и сохраняется как данные с энтропийным кодированием H.264. Объект 104 может содержать компонент кодирования базового кодера-декодера, например базовый кодек или базовый алгоритм кодирования/декодирования. Поток данных с базовым кодированием может выводиться как опорный кадр 105 с энтропийным кодированием, где поток данных с базовым кодированием имеет более низкое разрешение, чем поток входных данных, который обеспечивает входной кадр 102.

В данном примере кодер затем имитирует декодирование вывода объекта 104. Декодированная версия закодированного опорного кадра 105 затем генерируется объектом 106 с надписью "H.264 Decode" на фиг. 1. Объект 106 может включать в себя декодирование компонента базового кодека. Декодированная версия закодированного опорного кадра 105 может представлять собой вариант прореженного кадра 103, который будет производиться с помощью декодера после получения закодированного энтропийно опорного кадра 105.

В примере на фиг. 1 вычисляется разница между декодированным опорным кадром, выводимым объектом 106, и прореженным кадром 103. Это различие упоминается здесь как "остатки LOQ-1". Разница формирует входные данные для блока 107 преобразования.

Преобразование (в этом примере преобразование на основе Адамара), используемое блоком 107 преобразования, преобразует разницу в четыре компонента.

Блок 107 преобразования может выполнять направляемое (или направленное) разложение для получения набора коэффициентов или компонентов, которые относятся к различным аспектам набора остатков. На фиг. 1 блок 107 преобразования генерирует коэффициенты A (среднее), H (по горизонтали), V (по вертикали) и D (по диагонали). Блок 107 преобразования в этом случае использует направленную корреляцию между остатками LOQ-1, которая оказалась неожиданно эффективной в дополнение или в качестве альтернативы выполнению операции преобразования для более высокого уровня качества - LOQ-0. уровень. Преобразование LOQ-0 более подробно описано ниже. В частности, было выявлено, что, помимо использования направленной корреляции в LOQ-0, направленная корреляция также может присутствовать и неожиданно эффективно использоваться в LOQ-1 для обеспечения более эффективного кодирования, чем использование направленной корреляции только в LOQ-0, или вообще не использует направленную корреляцию на LOQ-0.

Коэффициенты (A, H, V и D), генерируемые блоком 107 преобразования, затем квантуются блоком 108 квантования. Квантование может выполняться с использованием переменных, называемых "шириной шага" (также называемых "размерами шага"), для получения квантованных преобразованных остатков 109. Каждый квантованный преобразованный остаток 109 имеет высоту $H/4$ и ширину $W/4$. Например, если блок 4×4 входного кадра взят в качестве эталона, каждый квантованный преобразованный остаток 109 может иметь высоту и ширину в один пиксель. Квантование включает уменьшение компонентов разложения (A, H, V и D) на заранее определенный коэффициент (ширину шага). Уменьшение может осуществляться путем деления, например деления значений коэффициентов на ширину шага, например, представляя ширину бина для квантования. Квантование может генерировать набор значений коэффициентов, имеющих диапазон значений, который меньше диапазона значений, поступающих в блок 108 квантования (например, преобразованные значения в диапазоне от 0 до 21 могут быть уменьшены с использованием ширины шага от 7 до диапазона значения от 0 до 3). В аппаратной реализации обратное значение набора значений ширины шага может быть предварительно вычислено и использовано для выполнения сокращения посредством умножения, которое может быть быстрее, чем деление (например, умножение на обратное значение ширины шага).

Квантованные остатки 109 затем энтропийно кодируются, чтобы удалить любую избыточную информацию. Энтропийное кодирование может включать, например, передачу данных через кодер 110 последовательного кодирования (RLE - англ.: run-length encoder), за которым следует кодер 111 Хаффмана.

Квантованные, закодированные компоненты (Ae, He, Ve и De) затем помещаются в последовательный поток с пакетами определения, вставленными в начало потока. Пакеты определения также могут называться информацией заголовка. Пакеты определения могут быть вставлены в каждый кадр. Этот заключительный этап может быть выполнен с использованием процедуры 112 сериализации файлов. Данные пакета определения могут включать в себя такую информацию, как спецификация кодера Хаффмана 111, тип применяемой повышающей дискретизации, отбрасываются ли коэффициенты A и D, а также другую информацию, позволяющую декодеру декодировать потоки. Таким образом, выходные данные 113 остатков кодируются энтропийно и сериализуются.

Как опорные данные 105 (кадр половинного размера, базовый энтропийно-кодированный кадр), так и энтропийно-кодированные остаточные данные 113 LOQ-1 генерируются для декодирования декодером во время процесса восстановления. В одном случае опорные данные 105 и данные 113 остатков LOQ-1 с энтропийным кодированием могут быть сохранены и/или буферизованы. Опорные данные 105 и данные 113 остатков LOQ-1 с энтропийным кодированием могут быть переданы на декодер для декодирования.

В примере на фиг. 1 выполняется ряд дополнительных операций, чтобы произвести набор остатков

на другом (например, более высоком) уровне качества - LOQ-0. На фиг. 1 в кодере моделируется ряд операций декодера для потока LOQ-1.

Сначала квантованный выходной сигнал 109 разветвляется и выполняется обратное квантование 114 (или "деквантизация"). Это генерирует представление значений коэффициентов, выводимых блоком 107 преобразования. Однако представление, выводимое блоком 109 деквантования, будет отличаться от вывода блока 107 преобразования, так как будут внесены ошибки из-за процесса квантования. Например, несколько значений в диапазоне от 7 до 14 могут быть заменены одним квантованным значением 1, если ширина шага равна 7. Во время деквантования это единственное значение 1 может быть деквантовано путем умножения на ширину шага для генерации значения 7. Следовательно, любое значение в диапазоне от 8 до 14 будет иметь ошибку на выходе блока 109 деквантизации. Поскольку более высокий уровень качества LOQ-0 генерируется с использованием деквантованных значений (например, включая имитацию работы декодера), остатки LOQ-0 также могут кодировать исправление ошибки квантования / деквантизации.

Во-вторых, блок 115 обратного преобразования применяется к деквантованным значениям коэффициентов, выведенным блоком 114 деквантизации. Блок 115 обратного преобразования применяет преобразование, которое является обратным преобразованию, выполняемому блоком 107 преобразования. В этом примере блок 115 преобразования выполняет обратное преобразование Адамара, хотя могут использоваться другие преобразования. Блок 115 обратного преобразования преобразует деквантованные значения коэффициентов (например, значения для A, H, V и D в блоке или модуле кодирования) обратно в соответствующие остаточные значения (например, представляющие восстановленную версию ввода в блок 107 преобразования). Выходной сигнал блока 115 обратного преобразования представляет собой набор восстановленных остатков LOQ-1 (например, представляющий выход процесса декодирования декодера LOQ-1). Восстановленные остатки LOQ-1 добавляются к декодированным опорным данным (например, к выходу декодирующего объекта 106), чтобы сгенерировать восстановленный видеокادر 116 (помеченный как "Half-2D size Recon (To LOQ-0)" на фиг. 1), имеющий высоту H/2 и ширину W/2. Восстановленный видеокادر 116 очень похож на первоначально прореженный входной кадр 103, поскольку он реконструируется из вывода объекта 106 декодирования, но с добавлением восстановленных остатков LOQ-1. Реконструированный видеокادر 116 является промежуточным выводом для механизма LOQ-0. Этот процесс имитирует процесс декодирования, и, следовательно, именно поэтому первоначально прореженный кадр 103 не используется. Добавление восстановленных остатков LOQ-1 к декодированному базовому потоку, то есть к выходным данным объекта декодирования 106, позволяет остаточным сигналам LOQ-0 также исправлять ошибки, которые вносятся в поток LOQ-1 посредством квантования (и в некоторых случаях преобразования), например, а также ошибки, относящиеся к понижающей и повышающей дискретизации.

На фиг. 2 показан пример того, как LOQ-0 генерируется 200 на устройстве кодирования.

Чтобы вывести остатки LOQ-0, реконструированный кадр 216 размера LOQ-1 (помеченный как "Половина 2D размера Recon (из LOQ-1)" на фиг. 2) получают, как описано выше со ссылкой на фиг. 1. Например, восстановленный кадр 216 размера LOQ-1 содержит восстановленный видеокادر 116.

Следующим шагом является выполнение повышающей дискретизации восстановленного кадра 216 до полного размера, WxH. В этом примере масштабирование увеличено в два раза. На этом этапе для улучшения процесса повышения дискретизации могут использоваться различные алгоритмы, примеры которых включают, но не ограничиваются, алгоритмы ближайшего, билинейного, резкого или кубического алгоритмов. Восстановленный полноразмерный кадр 217 обозначен как "предсказанный кадр" на фиг. 2, поскольку он представляет собой предсказание кадра, имеющего полную ширину и высоту, декодированного декодером. Восстановленный полноразмерный кадр 217, имеющий высоту H и ширину W, затем вычитается из исходного несжатого видеовхода 202, что создает набор остатков, называемых здесь "остатками LOQ-0". Остаточные значения LOQ-0 создаются на уровне качества (например, разрешающей способности), который выше, чем остатки LOQ-1.

Подобно процессу LOQ-1, описанному выше, остатки LOQ-0 преобразуются блоком 218 преобразования. Это может включать использование направленного разложения, такого как преобразование Адамара, для получения коэффициентов или компонентов A, H, V и D. Затем выходной сигнал блока 218 преобразования квантуется посредством блока 219 квантования. Это может быть выполнено на основе определенной ширины шага, как описано для первого уровня качества (LOQ-1). Выходные данные блока 219 квантования представляют собой набор квантованных коэффициентов, и на фиг. 2 они затем кодируются энтропийно 220, 221 и сериализуются в файле 222. Опять же, энтропийное кодирование может включать в себя применение последовательного кодирования 220 и кодирования 221 Хаффмана. Результатом энтропийного кодирования является набор выходных остатков 223 энтропийного кодирования. Они формируют поток LOQ-0, который может выводиться кодером, а также поток LOQ-1 (т.е. 113) и основной поток (т.е. 105). Потоки могут быть сохранены и / или буферизованы до последующего декодирования декодером.

Как можно увидеть на фиг. 2, компонент 224 "прогнозируемого среднего" (более подробно описанный ниже и обозначенный ниже A_{enc}) может быть получен с использованием данных из восстановленно-

го видеокadra 116 (LOQ-1) до процесса повышающей дискретизации. Это может использоваться вместо компонента А (среднего) в блоке 218 преобразования для дальнейшего повышения эффективности алгоритма кодирования.

На фиг. 3 схематично показан пример того, как выполняется процесс 300 декодирования. Этот процесс 300 декодирования может выполняться декодером.

Процесс 300 декодирования начинается с трех потоков входных данных. Таким образом, вход декодера состоит из энтропийно-кодированных данных 305, энтропийно-кодированных данных 313 остатков LOQ-1 и данных 323 энтропийно-кодированных остатков LOQ-0 (представленных на фиг. 3 как данные, сериализованные в виде файлов). Энтропийно-кодированные данные 305 включают в себя закодированную базу уменьшенного размера, например данные 105 как выходные данные на фиг. 1. Энтропийно-кодированные данные 305 имеют, например, половинный размер с размерами $W/2$ и $H/2$ относительно полного кадра, имеющего размеры W и H .

Данные 305 с энтропийным кодированием декодируются базовым декодером 306 с использованием алгоритма декодирования, соответствующего алгоритму, который использовался для кодирования этих данных (в этом примере алгоритм декодирования AVC/H.264). Это может соответствовать объекту 106 декодирования на фиг. 1. В конце этого шага создается декодированный видеокadro 325, имеющий уменьшенный размер (например, половинный размер) (обозначенный в настоящем примере как AVC/H.264 видео). Это можно рассматривать как видеопоток стандартного разрешения.

Параллельно декодируются данные 313 остатков с энтропийным кодированием LOQ-1. Как объяснено выше, остатки LOQ-1 кодируются в четыре компонента (A, V, H и D), которые, как показано на рисунке 3, имеют размерность в одну четверть размера полного кадра, а именно $W/4$ и $H/4$. Это связано с тем, что, как также описано ниже и в предыдущих патентных заявках US 13/893669 и PCT/EP2013/059847, содержание которых включено в настоящий документ посредством ссылки, четыре компонента содержат всю информацию, связанную с конкретным направлением, в необработанных остатках, (например, компоненты определены относительно блока необработанных остатков). Как описано выше, четыре компонента могут быть сгенерированы путем применения ядра преобразования 2×2 к остаткам, размерность которых для LOQ-1 будет $W/2$ и $H/2$, другими словами, такая же размерность, как у кодированных энтропийно данных уменьшенного размера 305. В процессе 300 декодирования, как показано на фиг. 4, четыре компонента энтропийно-декодируются в блоке 326 энтропийного декодирования, затем деквантизируются в блоке 314 деквантования перед тем, как обратное преобразование применяется через блок 315 обратного преобразования для генерации представления исходных остатков LOQ-1 (например, вход для блока 107 преобразования на фиг. 1). Обратное преобразование может содержать обратное преобразование Адамара, например, применяемое к блоку 2×2 остаточных данных. Блок 314 деквантования является обратным блоку 108 квантования, описанному выше со ссылкой на фиг. 1. На этом этапе квантованные значения (т.е. выходные данные блока 326 энтропийного декодирования) умножаются на коэффициент ширины шага (т.е. размер шага) для генерации восстановленных преобразованных остатков (то есть компонентов или коэффициентов). Можно видеть, что блоки 114 и 115 на фиг. 1 отражают блоки 314 и 315 на фиг. 3.

Декодированные остатки LOQ-1, например, как вывод блока 315 обратного преобразования, затем добавляются к декодированному видеокadру, например, к выводу базового блока 306 декодирования, чтобы создать восстановленный видеокadro 316 с уменьшенным размером (в этом примере, половинный размер), обозначенный на фиг. 3 как "Half-2D size Recon". Этот реконструированный видеокadro 316 затем подвергается повышающей дискретизации, чтобы довести его до полного разрешения (например, 0^{10} уровня качества от 1^{10} уровня качества) с использованием фильтра повышающей дискретизации, такого как билинейный, бикубический, резкий и т.д. В этом примере реконструированный видеокadro 316 подвергается повышающей дискретизации от полуширины ($W/2$) и полувисоты ($H/2$) до полной ширины (W) и полной высоты (H).

Реконструированный видеокadro 317 с повышенной дискретизацией будет предсказанным кадром в LOQ-0 (полный размер, $W \times H$), к которому затем добавляются декодированные остатки LOQ-0.

На фиг. 3 остаточные данные 323, закодированные с помощью LOQ-0, декодируются с использованием блока 327 энтропийного декодирования, блока 328 деквантизации и блока 329 обратного преобразования. Как описано выше, данные 323 остатков LOQ-0 кодируются с использованием четырех компонентов (т.е. преобразуются в компоненты A, V, H и D), которые, как показано на фиг. 3, имеют размер, равный половине размера полного кадра, а именно $W/2$ и $H/2$. Это связано с тем, что, как описано здесь и в предыдущих патентных заявках US 13/893669 и PCT/EP2013/059847, содержание которых включено в настоящий документ посредством ссылки, четыре компонента содержат всю информацию, относящуюся к остаткам, и генерируются путем применения 2×2 преобразования ядра в остатки, размерность которых для LOQ-0 будет W и H , другими словами, такая же размерность полного кадра. Четыре компонента энтропийно декодируются блоком 327 энтропийного декодирования, затем деквантизируются блоком 328 деквантизации и, наконец, преобразуются 329 обратно в исходные остатки LOQ-0 преобразованием блоком 329 обратного преобразования (например, в этом примере, обратным преобразованием Адамара 2×2).

Декодированные остатки LOQ-0 затем добавляются к предсказанному кадру 317 для получения восстановленного полного видеокadra 330. Кадр 330 является выходным кадром, имеющим высоту H и ширину W . Следовательно, процесс 300 декодирования на фиг. 3 позволяет выводить два элемента пользовательских данных: основной декодированный видеопоток 325 с первым уровнем качества (например, половиной разрешения потока на LOQ-1) и видеопоток 330 с полным или более высоким разрешением на высшем уровне качества (например, поток с полным разрешением на LOQ-0).

Приведенное выше описание было сделано со ссылкой на конкретные размеры и базовые алгоритмы. Однако вышеуказанные методы применимы к другим размерам и / или базовым алгоритмам. Вышеприведенное описание дается только в качестве примера более общих концепций, описанных в данном документе.

На фиг. 4 показано представление примерной структуры 400 данных остатков.

В алгоритме кодирования / декодирования, описанном выше, обычно есть три плоскости (например, YUV или RGB) с двумя уровнями качества (LOQ), которые описываются как LOQ-0 (или верхний уровень, полное разрешение) и LOQ-1 (или более низкий уровень, разрешение уменьшенного размера, такое как половинное разрешение) в каждой плоскости. Каждая плоскость может относиться к разному цветовому компоненту видеоданных. Каждый LOQ содержит четыре компонента, а именно A, H, V и D. В некоторых примерах они могут рассматриваться как разные уровни в каждой плоскости. Таким образом, кадр видеоданных с заданным уровнем качества может быть определен набором плоскостей, где каждая плоскость имеет набор слоев. В примерах на фигурах 1-3 всего имеется $2 \times 3 \times 4 = 24$ поверхности, то есть 2 уровня качества, 3 цветовых компонента и 4 слоя компонентов или коэффициентов. Как описано со ссылкой на фиг. 1 и 2, 12 из этих поверхностей являются полноразмерными (например, $W \times H$ для LOQ-0), а 12 - уменьшенными (например, $W/2 \times H/2$ для LOQ-1).

Как описано выше, преобразование направленной декомпозиции (DD-преобразование) может использоваться для разложения компонента ошибки (то есть разницы или остатков) между входным кадром 103 с пониженной дискретизацией и декодированной базовой версией уменьшенного размера того же кадра, (например, в виде вывода посредством объекта 106 декодирования) на четыре отдельных компонента; средний (A), горизонтальный (H), вертикальный (V) и диагональный (D). Эта операция может быть выполнена в сетке размером 2×2 блока. Каждая сетка не зависит от своих соседей. Поэтому он подходит для эффективной реализации, например, для полностью параллельной работы. Однако, поскольку все операции, используемые для декомпозиции, являются линейными, возможно выполнить эту операцию, используя парадигму обработки точно в срок (JIT) (на лету).

На фиг. 5 показан пример вычисления ошибки сжатия, которое может быть выполнено для первого уровня качества (LOQ-1) 500.

На фиг. 5 набор остатков LOQ-1 вычисляется как разность между базовым опорным декодированным кадром 531 (например, выходным сигналом объекта 106 декодирования на фиг. 1) и входным кадром 503 с пониженной дискретизацией (например, кадром с пониженной дискретизацией 103 на фиг. 1). На фиг. 5 базовый декодированный кадр 531 является кадром на основе H.264, который вычитается из кадра 503 с пониженной дискретизацией, чтобы получить набор остатков 532 LOQ-1. Набор остатков LOQ-1 можно рассматривать как "ошибку сжатия", поскольку они представляют собой разницу между входом в базовый кодер и декодированным выходом того же базового кодера, то есть различия между данными 503 и 531 могут рассматриваться как в результате процесса кодирования и декодирования для основного потока, причем эти различия обычно являются результатом алгоритмов кодирования с потерями, применяемых базовым кодером. Помимо ошибок сжатия, остатки 532 LOQ-1 могут также представлять другие артефакты, генерируемые процессом базового кодирования и базового декодирования, которые могут включать в себя артефакты коррекции движения, артефакты блокирования, артефакты квантования, артефакты кодирования символов и т. Д.

На фиг. 6 показан пример процесса 600 разложения среднего, который может использоваться для первого уровня качества (LOQ-1). Например, процесс 600 разложения среднего значения может использоваться для определения компонента "Среднее значение A", как описано выше. На фиг. 6 среднее разложение вычисляется как среднее всех пикселей ошибки сжатия (остатков) в текущей сетке 2×2 кадра ошибки сжатия 632. Среднее разложение может повторяться для множества сеток 2×2 в кадре ошибки сжатия 632, например, на фиг. 6 показаны первая и последняя сетка 2×2 или блок кодирования для кадра. Среднее разложение может выполняться аналогично понижающей дискретизации, показанной стрелкой 101 на фиг. 1.

На фиг. 7 показан пример процесса 700 горизонтального разложения, который может использоваться для первого уровня качества (LoQ-1). Например, процесс 700 горизонтального разложения может использоваться для определения горизонтального H-компонента, как описано выше. На фиг. 7 операция вычисляет нормализованную разность в горизонтальной плоскости между остатками в сетке 2×2 кадра 732 ошибки сжатия. Например, как показано на фиг. 7, остаточные значения в первом столбце сетки 2×2 (D_{00} и D_{10}) суммируются, а затем вычитаются остаточные значения во втором столбце сетки 2×2 (D_{01} и D_{11}), от суммы. На фиг. 7 нормализующее деление на 4 применяется для создания горизонтальной H-составляющей. Операция получения горизонтального разложения является линейным процессом и, сле-

довательно, при необходимости может выполняться "на лету". Визуально результат этой операции будет выглядеть в основном вертикальным по своей природе, если есть какие-либо явные ошибки (остатки) по всей плоскости. В идеале аналогичные ошибки (остатки) будут существовать в плоскости (без добавленной энтропии) и, следовательно, приведут к уменьшению количества данных, сжимаемых с помощью энтропийного кодировщика.

На фиг. 8 показан пример процесса 800 вертикального разложения, который может использоваться для первого уровня качества (LoQ-1). Например, процесс 800 вертикального разложения может использоваться для определения вертикального V-компонента, как описано выше. Эта операция вычисляет нормализованную разность в вертикальной плоскости между остатками в сетке 2x2 кадра 832 ошибки сжатия. Например, как показано на фиг. 8, остаточные значения в первой строке сетки 2x2 (D_{00} и D_{01}) суммируются, а затем остаточные значения во второй строке сетки 2x2 (D_{10} и D_{11}) вычитаются из суммы. На фиг. 8 нормализующее деление на 4 применяется для создания вертикальной V-составляющей. Операция получения вертикального разложения является линейным процессом и, следовательно, может выполняться "на лету", если требуется, например, когда наборы остатков 2x2 принимаются в блоке преобразования, таком как 107.

На фиг. 9 показан пример процесса 900 диагонального разложения, который может использоваться для первого уровня качества (LoQ-1). Например, процесс 900 диагонального разложения может использоваться для определения диагонального компонента -D, как описано выше. Данная операция вычисляет нормализованную разность в диагональной плоскости между остатками в сетке 2x2 кадра 932 ошибки сжатия. Например, как показано на фиг. 9, определяется разность остаточных значений в первой строке сетки 2x2 (D_{00} и D_{01}), а затем разность остаточных значений во второй строке сетки 2x2 (D_{10} и D_{11}). На фиг. 9 нормализующее деление на 4 применяется для создания диагональной составляющей D.

На фиг. 10 показан пример процесса 1000 преобразования с направленной декомпозицией (DD), который может выполняться на верхнем уровне качества (LoQ-0). На фиг. 10 реконструированный кадр 1016 LoQ-1 подвергается повышающей дискретизации. Как описано со ссылкой на фиг. 1 и 2, восстановленный кадр 1016 может содержать сумму декодированных остатков LOQ-1 (например, как вывод блока 115 обратного преобразования) и декодированного базового кодированного кадра (например, как вывод декодирующего объекта 106). В этом случае повышающая дискретизация берет единственный восстановленный пиксель кадра R_0 и преобразует его в блок 2x2 предсказаний LOQ-1 с повышающей дискретизацией (см. Выше). Это может быть выполнено для всех восстановленных значений пикселей кадра в восстановленном кадре 1016 LoQ-1. На фиг. 10 предсказания LOQ-1 с повышенной дискретизацией затем вычитаются из полноразмерного входного кадра 1002, чтобы сгенерировать остатки 1033 для этапа обработки LoQ-0. Горизонтальное, вертикальное и диагональное разложение для LoQ-0 может быть вычислено аналогично тому, как описано выше для LOQ-1. Однако среднее разложение можно вычислить по-другому, чтобы уменьшить энтропию квантованных преобразованных остатков LOQ-0, подлежащих кодированию.

На фиг. 10 восстановленное значение пикселя R_0 из предыдущего этапа (LoQ-1) используется в вычислении среднего компонента 1024 для преобразованных данных остатков LOQ-0, а не в пересчете среднего значения из ошибки восстановления 1033. Например, в блоке 218 преобразования на фиг. 2 среднее значение A может не определяться с использованием входных данных из суммы 217 и 202, как для компонентов H, V и D. При использовании конфигурации, показанной на фиг. 10, расчет может дать меньше ошибок (остатков), если используются данные 1016 после предварительной повышающей дискретизации. Это эффективно исключает любые дополнительные ошибки из-за фильтров повышающей дискретизации и, следовательно, приведет к снижению энтропии на входе энтропийных кодеров.

В частности, R_0 - это восстановленный элемент на уровне LOQ-1, полученный путем добавления декодированного кадра уменьшенного размера к остаткам LOQ-1, как описано выше. Единственный элемент R_0 при повышающей дискретизации приведет к четырем элементам в кадре 1017 прогнозирования LOQ-1 с повышающей дискретизацией, а именно H_{00} , H_{01} , H_{10} и H_{11} , предполагая повышающую дискретизацию от половинного размера до полный размер. На фиг. 10 восстановленный элемент R_0 вычитается из среднего четырех элементов в исходном изображении 1002, а именно I_{00} , I_{01} , I_{10} и I_{11} , соответствующих по положению четырем элементам в прогнозном кадре 1017 LoQ-1 с повышением дискретизации, H_{00} , H_{01} , H_{10} и H_{11} . Например, среднее значение в блоке 1030 может быть сгенерировано аналогично вычислению на фиг. 6. Полученное среднее значение, обозначенное " A_{enc} ", 1024 затем квантуется и кодируется для передачи в декодер, например, вместо среднего - A - выходной сигнал блока 1018 преобразования LOQ-0. Если среднее значение четырех элементов в исходном изображении 1002, а именно I_{00} , I_{01} , I_{10} и I_{11} , обозначается A_1 , тогда $A_{\text{enc}} = A_1 - R_0$. Результирующее среднее 1024 кодирования может быть сгенерировано для множества блоков или сеток 2x2 на протяжении всего кадра.

Использование A_{enc} вместо стандартного среднего A (которое было бы средним из ошибок реконструкции от D_{00} до D_{11} в блоке 2x2, показанном в 1033) эффективно, поскольку энтропийное содержание A_{enc} ниже, чем у среднего (A) и, следовательно, это приводит к более эффективному кодированию. Это потому, что, если R_0 был восстановлен правильно (например, ошибка, внесенная кодером и декодером, была исправлена должным образом остатками LOQ-1), то разница между R_0 и средним значением четы-

рех исходных элементов входной кадр 1002 в большинстве случаев должен быть нулевым. С другой стороны, стандартное среднее (A) будет содержать значительно меньше нулевых значений, поскольку будут учитываться эффекты повышающего и понижающего дискретизаторов.

На фиг. 11 показан пример обратного DD-преобразования 1100. Например, это можно использовать для выполнения обратного преобразования в одном из блоков 115, 314 на фиг. 1 и 3.

Целью этого процесса 1100 является преобразование (направленных) разложенных значений обратно в исходные остатки. Остатки представляют собой значения, которые были получены путем вычитания восстановленного видеокadra из идеального входного (или подвергнутого пониженной дискретизации) кадра. Обратное преобразование DD 1100, показанное на фиг. 11, является обратным преобразованием LoQ-1, выполняемым в LoQ-1. Обратное преобразование LoQ-0, выполняемое в LoQ-0, может отличаться в случае использования прогнозируемого среднего. Один пример другой реализации описан ниже со ссылкой на фиг. 12.

На фиг. 12 показан пример обратного преобразования 1200 LoQ-0, которое может использовать среднее значение кодирования 1024, описанное со ссылкой на фиг. 10.

Из-за метода, используемого для разложения на средний компонент, существует разница в вычислении обратного преобразования для LoQ-0 по сравнению с LoQ-1. В частности, дополнительный шаг используется для преобразования среднего компонента так, чтобы он соответствовал формату "вход минус прогнозируемый остаток". Это используется для выполнения обратных вычислений.

Как описано выше, компонент A_{enc} соответствует среднему компоненту (A), вычисленному путем вычитания R_0 (элемент восстановления LOQ-1) из среднего значения соответствующих элементов в исходном входном кадре (с I_{00} по I_{11}), что может быть выражено как $A_{\text{enc}} = A_I - R_0$. Если среднее значение сетки 2x2 восстановленного кадра LoQ-1 с повышением частоты дискретизации обозначается как A_U , тогда $A = A_I - A_U$, поскольку среднее значение (A) в LoQ-0 основано на разнице между элементами, в исходном входном кадре и элементы в кадре LoQ-1 после повышающей дискретизации и восстановления. Это можно переписать как $A = \{A_I - R_0\} + \{R_0 - A_U\}$ или, используя приведенное выше уравнение для A_{enc} , $A = A_{\text{enc}} + \{R_0 - A_U\}$. Преобразованное среднее (преобразованный A), следовательно, состоит в добавлении элемента реконструкции LOQ-1, R_0 , к декодированному A_{enc} (упоминается как A_{invvQ} на фиг. 12 - т.е. A_{enc} , т.е. энтропийно декодированный и деквантованный) и вычитании среднего значения сетки 2x2 для кадра LoQ-1 с повышенной дискретизацией и реконструированного кадра, A_U . Таким образом, на стороне декодера $A_{\text{преобразованный}} = A_{\text{invvQ}} + R_0 - A_U$. Как видно из формулы, показанной на фиг. 12, результирующее уравнение соответствует тому, что должно было быть фактическим средним (A) компонентом, который должен быть закодирован в кодировщике. После этого, те же самые шаги, как описано на фиг. 11 выполняются (с A в обратном преобразовании, замещенный преобразованным A) для того, чтобы генерировать остатки D от D_{00} до D_{11} .

Настоящее раскрытие описывает способ кодирования и декодирования сигнала, в частности видеосигнала и/или сигнала изображения.

Описан способ кодирования сигнала, причем способ содержит этапы приема входного кадра и обработки входного кадра, чтобы генерировать, по меньшей мере, один первый набор остаточных данных, при этом остаточные данные позволяют декодеру восстановить исходный кадр из опорного реконструированного кадра.

В некоторых примерах способ включает получение восстановленного кадра из декодированного кадра, полученного из модуля декодирования, при этом модуль декодирования сконфигурирован для генерации упомянутого декодированного кадра путем декодирования первого кодированного кадра, который был закодирован согласно первому способу кодирования. Способ дополнительно содержит понижающую дискретизацию входного кадра для получения кадра с пониженной дискретизацией и передачу указанного кадра с пониженной дискретизацией в модуль кодирования, сконфигурированный для кодирования указанного кадра с пониженной дискретизацией в соответствии с первым методом кодирования для генерации первого закодированного кадра. Получение восстановленного кадра может дополнительно содержать повышающую дискретизацию декодированного кадра для генерации восстановленного кадра.

В некоторых примерах способ включает получение восстановленного кадра из комбинации второго набора остаточных данных и декодированного кадра, полученного из модуля декодирования, причем модуль декодирования выполнен с возможностью генерирования указанного декодированного кадра путем декодирования первого кодированного кадра, который был закодирован согласно первому способу кодирования. Способ дополнительно включает понижающую дискретизацию входного кадра для получения кадра с понижающей дискретизацией и передачу указанного кадра с понижающей дискретизацией в модуль кодирования, выполненный с возможностью кодирования указанного кадра с понижающей дискретизацией в соответствии с первым методом кодирования, чтобы сгенерировать первый кодированный кадр. Способ дополнительно содержит формирование упомянутого второго набора остаточных данных путем взятия разницы между декодированным кадром и кадром с пониженной дискретизацией. Способ дополнительно содержит кодирование упомянутого второго набора остаточных данных для создания первого набора закодированных остаточных данных. Кодирование упомянутого второго набора остаточных данных может выполняться согласно второму способу кодирования. Второй способ кодиро-

вания включает преобразование второго набора остаточных данных в преобразованный второй набор остаточных данных. Преобразование второго набора остаточных данных включает выбор подмножества второго набора остаточных данных и применение преобразования к упомянутому подмножеству для создания соответствующего подмножества преобразованного второго набора остаточных данных. Один из подмножества преобразованного второго набора остаточных данных может быть получен путем усреднения подмножества второго набора остаточных данных. Получение восстановленного кадра может дополнительно содержать повышающую дискретизацию комбинации второго набора остаточных данных и декодированного кадра для генерации восстановленного кадра.

В некоторых примерах создание по меньшей мере одного набора остаточных данных включает в себя получение разницы между опорным восстановленным кадром и входным кадром. Способ дополнительно включает кодирование указанного первого набора остаточных данных для генерирования первого набора кодированных остаточных данных. Кодирование указанного первого набора остаточных данных может выполняться согласно третьему способу кодирования. Третий способ кодирования включает преобразование первого набора остаточных данных в преобразованный первый набор остаточных данных. Преобразование первого набора остаточных данных включает выбор подмножества из первого набора остаточных данных и применение преобразования к упомянутому подмножеству для генерирования соответствующего подмножества из преобразованного первого набора остаточных данных. Один из подмножеств преобразованного первого набора остаточных данных может быть получен посредством разности между средним значением поднабора входного кадра и соответствующего элемента комбинации второго набора остаточных данных и декодированного кадра.

Также описан способ декодирования сигнала, содержащий прием кодированного кадра и по меньшей мере одного набора кодированных остаточных данных. Первый кодированный кадр может быть закодирован с использованием первого метода кодирования. По меньшей мере один набор остаточных данных может быть закодирован с использованием второго и/или третьего способа кодирования.

Способ дополнительно включает передачу первого кодированного кадра в модуль декодирования, при этом модуль декодирования сконфигурирован для генерации декодированного кадра путем декодирования кодированного кадра, который был закодирован согласно первому способу кодирования.

Способ дополнительно включает декодирование по меньшей мере одного набора закодированных остаточных данных согласно соответствующему способу кодирования, используемому для их кодирования.

В некоторых примерах первый набор закодированных остаточных данных декодируется путем применения второго способа декодирования, соответствующего упомянутому второму способу кодирования, для получения первого набора декодированных остаточных данных. Способ дополнительно содержит объединение первого набора остаточных данных с декодированным кадром для получения объединенного кадра. Способ дополнительно содержит повышающую дискретизацию комбинированного кадра, чтобы получить ссылку декодированного кадра.

Способ дополнительно содержит декодирование второго набора кодированных остаточных данных путем применения третьего метода декодирования, соответствующего упомянутому третьему способу кодирования, для получения второго набора декодированных остаточных данных. Способ дополнительно содержит объединение второго набора декодированных остаточных данных с опорным декодированным кадром для получения восстановленного кадра.

В некоторых примерах осуществления способ включает повышающую дискретизацию декодированного кадра, чтобы получить ссылку декодированного кадра.

Способ дополнительно включает декодирование набора кодированных остаточных данных путем применения второго или третьего способа декодирования, соответствующего указанному второму или третьему способу кодирования, для получения набора декодированных остаточных данных. Способ дополнительно включает комбинирование набора декодированных остаточных данных с опорным декодированным кадром для получения восстановленного кадра.

Вышеупомянутые варианты осуществления следует понимать как иллюстративные примеры. Предусмотрены другие варианты осуществления.

Следует понимать, что любой признак, описанный относительно одного варианта реализации, может быть использован отдельно или в сочетании с другими описанными признаками, и может также быть использован в сочетании с одним или более признаками любого другого из вариантов реализации, или в любом сочетании любого другого из вариантов реализации. Кроме того, эквиваленты и модификации, не описанные выше, могут также быть использованы без отклонения от объема изобретения, который определен в сопроводительной формуле изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ кодирования сигнала, включающий получение входного кадра; понижающую дискретизацию входного кадра для получения кадра с пониженной дискретизацией;

передачу кадра с пониженной дискретизацией в модуль кодирования, причем модуль кодирования конфигурируется для кодирования кадра с пониженной дискретизацией для генерации кодированного кадра;

получение декодированного кадра из модуля декодирования, причем модуль декодирования конфигурируется для генерации декодированного кадра путем декодирования кодированного кадра;

генерирование первого набора остаточных данных путем взятия разницы между декодированным кадром и кадром с пониженной дискретизацией;

повышающую дискретизацию комбинации первого набора остаточных данных и декодированного кадра, чтобы генерировать опорный реконструированный кадр;

генерирование второго набора остаточных данных путем взятия разницы между опорным восстановленным кадром и входным кадром;

кодирование первого и второго наборов остаточных данных для генерации первого и второго наборов закодированных остаточных данных, соответственно, при этом кодирование содержит преобразование первого и второго наборов остаточных данных в преобразованные первый и второй наборы остаточных данных, соответственно; и вывод закодированного кадра и первого и второго наборов кодированных остаточных данных для декодера, при этом кодированный кадр и первый и второй наборы остаточных данных позволяют декодеру восстановить входной кадр.

2. Способ по п.1, в котором модуль кодирования сконфигурирован для кодирования кадра с пониженной дискретизацией в соответствии с первым методом кодирования, чтобы сгенерировать кодированный кадр, и в котором кодирование первого набора остаточных данных выполняется согласно второму способу кодирования, причем второй способ кодирования отличается от первого способа кодирования; и/или кодирование второго набора остаточных данных выполняется согласно третьему способу кодирования, причем третий способ кодирования отличается от первого способа кодирования.

3. Способ по п.1 или 2, в котором модули кодирования и декодирования сконфигурированы для использования алгоритма кодирования на основе блоков.

4. Способ по любому из пп.1-3, в котором первый набор остаточных данных представляет ошибку сжатия, связанную с модулем кодирования и/или модулем декодирования.

5. Способ по любому из пп.1-4, в котором второй набор остаточных данных представляет ошибку восстановления, связанную с понижающей дискретизацией и повышающей дискретизацией.

6. Способ по любому из пп.1-5, в котором способ выполняется в системе иерархического кодирования, имеющей ровно два иерархических уровня.

7. Способ по п.6, в котором один из двух иерархических уровней соответствует базовому уровню, а другой из двух иерархических уровней соответствует уровню улучшения.

8. Способ по любому из пп.1-7, в котором преобразование использует преобразование на основе Адамара.

9. Способ по любому из пп.1-8, в котором при преобразовании используется ядро преобразования 2×2 .

10. Способ по любому из пп.1-9, в котором преобразование первого набора остаточных данных включает выбор подмножества первого набора остаточных данных; и применение преобразования к подмножеству первого набора остаточных данных для создания соответствующего подмножества преобразованного первого набора остаточных данных.

11. Способ по п.10, в котором одно из подмножества преобразованного первого набора остаточных данных получают посредством усреднения подмножества первого набора остаточных данных.

12. Способ по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что преобразование второго набора остаточных данных включает выбор подмножества из второго набора остаточных данных; и применение преобразования к подмножеству из второго набора остаточных данных для генерирования соответствующего подмножества из преобразованного второго набора остаточных данных.

13. Способ по п.12, в котором одно из подмножества преобразованного второго набора остаточных данных получают посредством разности между средним значением поднабора входного кадра и соответствующим элементом комбинации первого набора остаточных данных и декодированного кадра.

14. Способ по любому из пп.1-13, в котором кодирование включает квантование, по меньшей мере, некоторых из преобразованных первого и второго наборов остаточных данных, соответственно, в квантованные первый и второй наборы остаточных данных, соответственно.

15. Способ по п.14, в котором кодирование включает энтропийное кодирование квантованных первого и второго наборов остаточных данных, соответственно, в энтропийно-кодированные первый и второй наборы остаточных данных.

16. Способ по любому из пп.1-15, в котором сигнал содержит видеосигнал и/или сигнал изображения.

17. Способ кодирования сигнала, причем способ включает генерацию первого и второго наборов остаточных данных; и кодирование первого и второго наборов остаточных данных для генерирования первого и второго наборов кодированных остаточных данных, соответственно, причем кодирование включает преобразова-

ние первого и второго наборов остаточных данных в преобразованные первый и второй наборы остаточных данных, соответственно; и причем преобразование

включает выбор подмножеств первого и второго наборов остаточных данных; и

применение преобразований к подмножествам для создания соответствующих подмножеств преобразованных первого и второго наборов остаточных данных, соответственно,

причем одно из подмножеств из преобразованного первого набора остаточных данных получают посредством усреднения подмножества из первого набора остаточных данных; и

причем одно из подмножеств из преобразованного второго набора остаточных данных получают посредством разности между

средним значением подмножества входного кадра; и

соответствующим элементом комбинации первого набора остаточных данных и декодированного кадра.

18. Способ кодирования сигнала, причем способ включает

получение входного кадра;

понижающую дискретизацию входного кадра для получения кадра с понижающей дискретизацией;

передачу кадра с понижающей дискретизацией в модуль кодирования, причем модуль кодирования выполнен с возможностью кодирования кадра с понижающей дискретизацией для генерирования кодированного кадра;

получение декодированного кадра из модуля декодирования, причем модуль декодирования выполнен с возможностью генерирования декодированного кадра путем декодирования кодированного кадра;

генерирование первого набора остаточных данных путем определения разности между декодированным кадром и кадром с понижающей дискретизацией;

кодирование первого набора остаточных данных для генерации первого набора кодированных остаточных данных, при этом кодирование содержит преобразование первого набора остаточных данных в преобразованный первый набор остаточных данных; и

вывод данных, содержащих, по меньшей мере, первый набор закодированных остаточных данных для декодера, при этом выходные данные позволяют декодеру восстановить входной кадр.

19. Способ декодирования сигнала, причем способ включает

прием закодированного кадра и первого и второго наборов закодированных остаточных данных;

передачу кодированного кадра в модуль декодирования, причем модуль декодирования выполнен с возможностью генерирования декодированного кадра путем декодирования кодированного кадра;

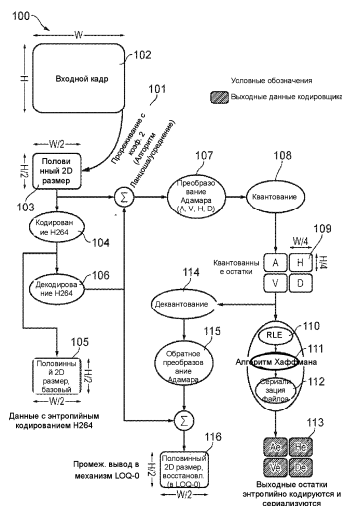
декодирование первого и второго наборов кодированных остаточных данных для генерирования первого и второго наборов восстановленных остаточных данных, причем декодирование включает преобразование первого и второго наборов кодированных остаточных данных в восстановленные первый и второй наборы остаточных данных, соответственно;

объединение первого набора восстановленных остаточных данных с декодированным кадром для получения объединенного кадра;

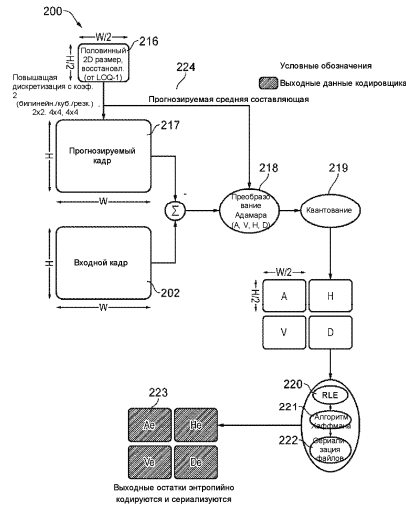
повышающую дискретизацию объединенного кадра для получения опорного декодированного кадра; и

объединение второго набора восстановленных остаточных данных с опорным декодированным кадром для получения восстановленного кадра.

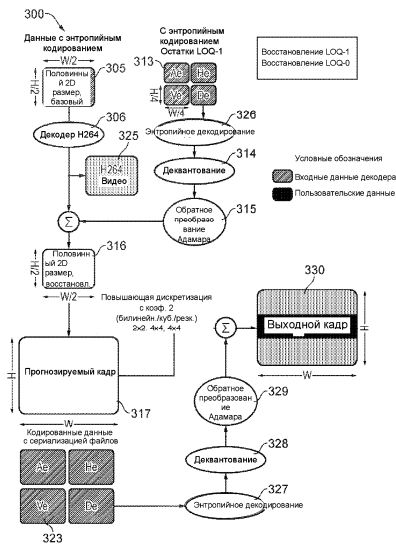
20. Устройство, сконфигурированное для выполнения способа по любому из пп.1-19.



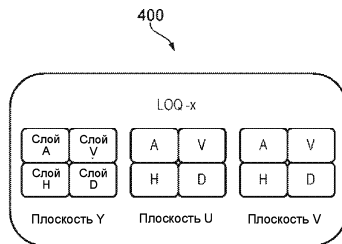
Фиг. 1



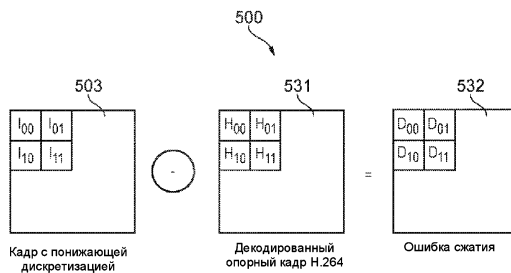
Фиг. 2



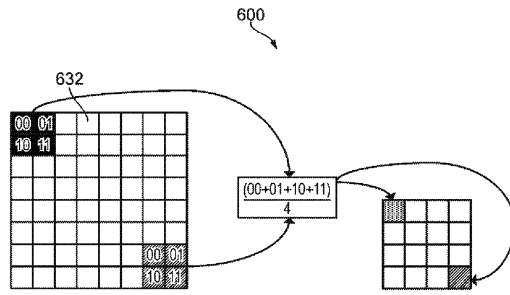
Фиг. 3



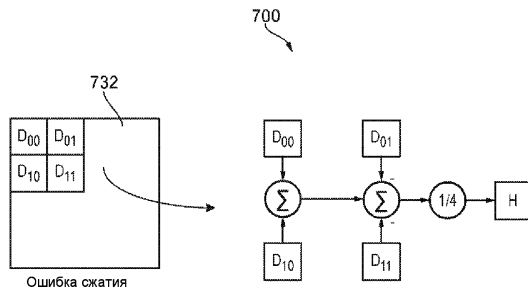
Фиг. 4



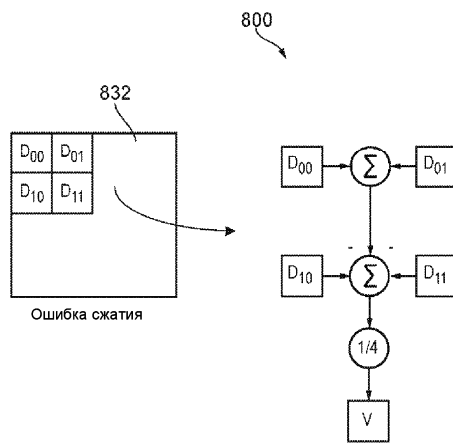
Фиг. 5



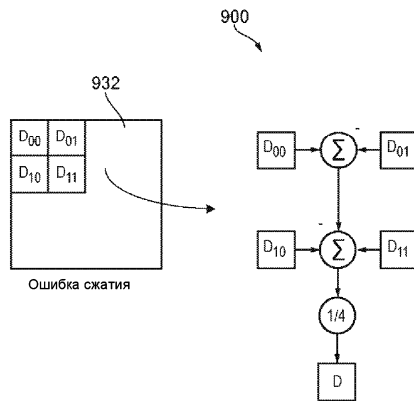
Фиг. 6



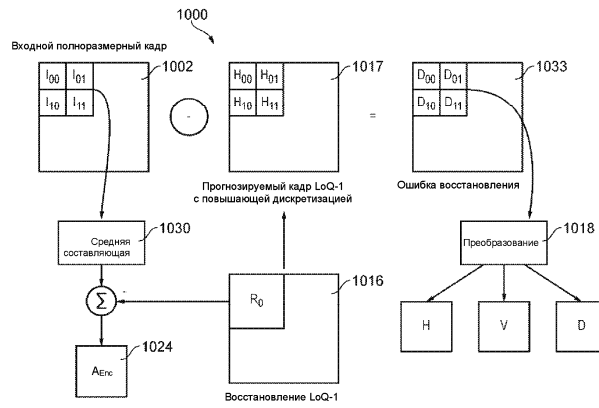
Фиг. 7



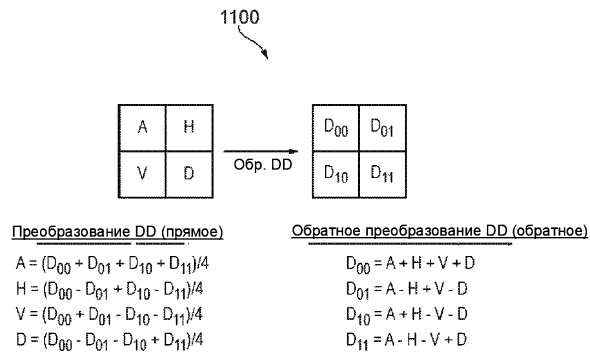
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11

