РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 734 800**(13) **C2**

(51) МПК
H04N 19/60 (2014.01)
H04N 19/18 (2014.01)
H04N 19/196 (2014.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H04N 19/60 *(2020.02);* ***H04N 19/18*** *(2020.02);* ***H04N 19/196*** *(2020.02)*

(21)(22) Заявка: **2016139456, 06.11.2012**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.11.2012

Дата регистрации:
23.10.2020

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
07.11.2011 FR 1160114
Номер и дата приоритета первоначальной заявки, из которой данная заявка выделена:
2014123338 07.11.2011

(43) Дата публикации заявки: **13.12.2018** Бюл. № **35**

(45) Опубликовано: **23.10.2020** Бюл. № **30**

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

(72) Автор(ы):
ГЕНРИ Феликс (FR),
КЛЭР Гордон (FR)

(73) Патентообладатель(и):
ДОЛБИ ИНТЕРНЭШНЛ АБ (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 2010/0150226 A1, 17.06.2010. US 2005/0123207 A1, 09.06.2005. US 2010/0014584 A1, 21.01.2010. US 2009/0003446 A1, 01.01.2009. RU 2330325 C2, 27.07.2008.**

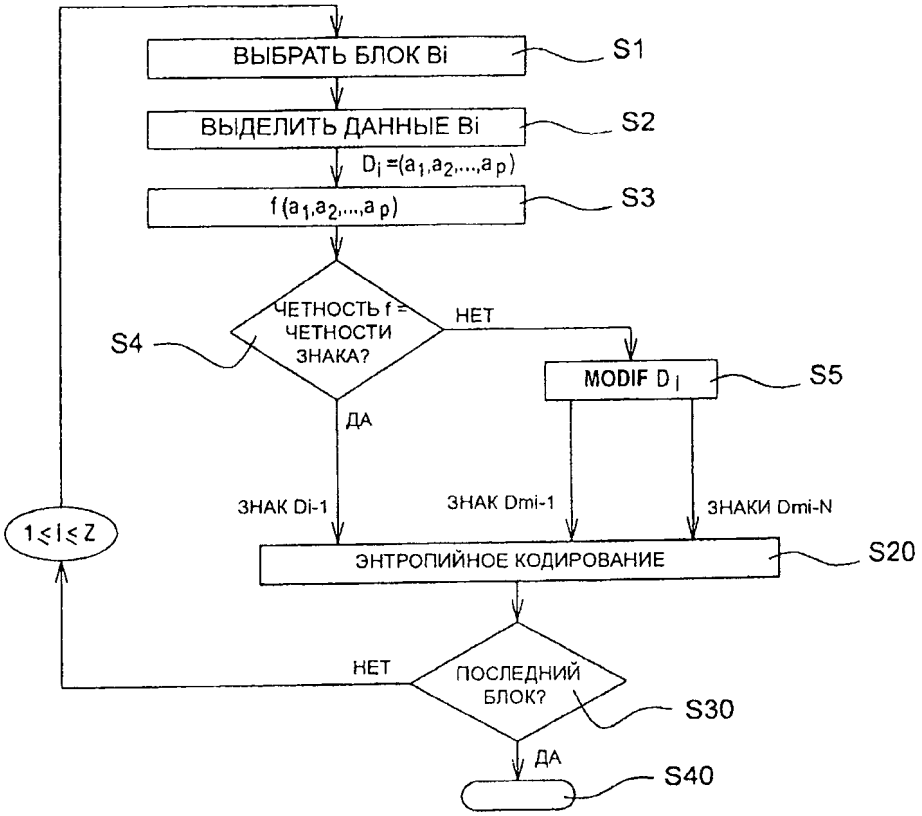
(54) СПОСОБ КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ, УСТРОЙСТВО КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к вычислительной технике. Технический результат заключается в повышении эффективности сжатия данных. Способ для кодирования сигнала данных с поддержкой сокрытия данных знака, представляющего по меньшей мере одно изображение, разделенное на разделы, в котором устанавливают раздел изображения, содержащий набор коэффициентов, идентифицируют первый и последний ненулевые коэффициенты в упомянутом наборе коэффициентов, определяют число коэффициентов от первого ненулевого коэффициента до последнего ненулевого коэффициента, в том числе первый и последний ненулевые коэффициенты, и в ответ на определение, что число больше 4: вычисляют сумму информации амплитуд ненулевых коэффициентов в наборе коэффициентов, вычисляют, с использованием суммы информации амплитуд ненулевых коэффициентов, данные контроля четности, выбирают некоторый конкретный ненулевой коэффициент, подлежащий кодированию в битовый поток без бита знака, когда контроль четности указывает четность и знак конкретного ненулевого коэффициента является отрицательным, модифицируют коэффициент между первым и последним ненулевым коэффициентом и передают модифицированный набор коэффициентов. 2 н.п. ф-лы, 8 ил.

RU 2734800 C2

RU 2734800 C2



Фиг. 1

RU 2734800 C2

RU 2734800 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 734 800**(13) **C2**

(51) Int. Cl.
H04N 19/60 (2014.01)
H04N 19/18 (2014.01)
H04N 19/196 (2014.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
H04N 19/60 *(2020.02);* ***H04N 19/18*** *(2020.02);* ***H04N 19/196*** *(2020.02)*

(21)(22) Application: **2016139456, 06.11.2012**

(24) Effective date for property rights:
06.11.2012

Registration date:
23.10.2020

Priority:
(30) Convention priority:
07.11.2011 FR 1160114
Number and date of priority of the initial application, from which the given application is allocated:
2014123338 07.11.2011

(43) Application published: **13.12.2018** Bull. № **35**

(45) Date of publication: **23.10.2020** Bull. № **30**

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

(72) Inventor(s):
GENRI Feliks (FR),
KLER Gordon (FR)

(73) Proprietor(s):
DOLBI INTERNESHNL AB (NL)

RU 2734800 C2

(54) METHOD OF ENCODING AND DECODING IMAGES, AN ENCODING AND DECODING DEVICE AND CORRESPONDING COMPUTER PROGRAMS

(57) Abstract:

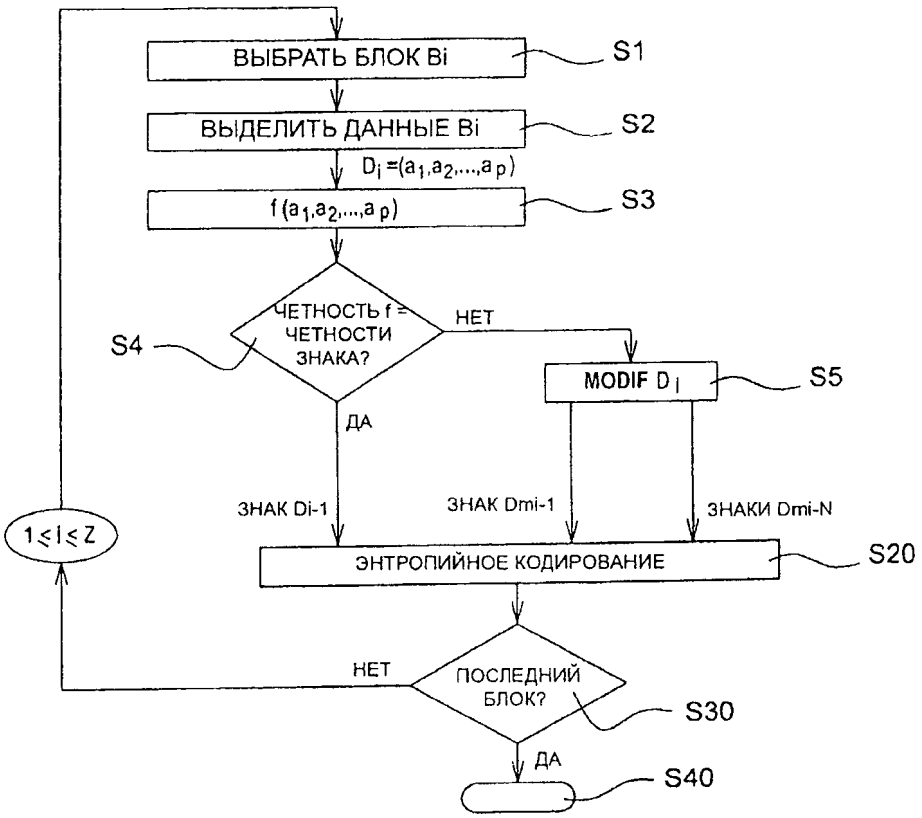
FIELD: computer equipment.

SUBSTANCE: method for encoding a data signal with support for hiding sign data, representing at least one image divided into sections, in which an image section is set, comprising a set of coefficients, identifying first and last non-zero coefficients in said set of coefficients, determining number of coefficients from first nonzero coefficient to last nonzero coefficient, including first and last non-zero coefficients, and in response to determining that number is greater than 4: calculating sum of information of amplitudes of non-zero coefficients in a set of coefficients, calculating, using the sum of information of amplitudes of non-zero coefficients, parity check data, selecting a certain nonzero coefficient to be encoded into a bit stream without a sign bit, when parity indicates parity and the sign of a particular nonzero coefficient is negative, modifying coefficient between first and last non-zero coefficient and transmitting modified set of coefficients.

EFFECT: technical result consists in improvement of efficiency of data compression.

2 cl, 8 dwg

RU 2734800 C2



Фиг. 1

RU 2734800 C2

RU 2734800 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение, в общем, относится к области обработки изображений, и более конкретно, к кодированию и декодированию цифровых изображений и последовательностей цифровых изображений.

Изобретение, таким образом, в частности, предназначено для кодирования видеоданных, воплощенного в существующих (MPEG, H.264 и т.д.) или будущих кодерах видеоданных (ITU-T/VCEG (H.265) или ISO/MPEG (HEVC)).

Уровень техники

В современных кодерах видеоданных (MPEG, H.264 и т.д.) используется поблочное представление видеопоследовательности. Изображения разделяют на макроблоки, причем каждый макроблок также разделен на блоки, и каждый блок или макроблок кодируют, используя прогнозирование внутри изображения или между изображениями. Таким образом, некоторые изображения кодируют, используя пространственное прогнозирование (внутрикадровое прогнозирование), в то время как другие изображения кодируют, используя временное прогнозирование (межкадровое прогнозирование) в отношении одного или больше опорных кодируемых - декодируемых изображений, используя компенсацию движения, как известно для специалиста в данной области техники.

Для каждого блока кодируют остаточный блок, также называемый остатком прогнозирования, соответствующий оригинальному блоку, уменьшенному в ходе прогнозирования. Остаточные блоки преобразуют, используя преобразование типа дискретного косинусного преобразования (DCT), затем квантуют, используя, например, квантование скалярного типа. В конце этапа квантования получают коэффициенты, некоторые из которых являются положительными, а другие отрицательными. Затем выполняют их обход в порядке считывания, обычно в зигзагообразном порядке (как в стандарте JPEG), обеспечивая, таким образом, возможность использования существенного количества нулевых коэффициентов на высоких частотах. В конце упомянутого выше обхода получают одномерный список коэффициентов, который можно назвать "квантованным остатком". Коэффициенты из этого списка затем кодируют, используя энтропийное кодирование.

Энтропийное кодирование (например, арифметическое кодирование или кодирование типа Хаффмана) выполняют следующим образом:

- элемент информации подвергают энтропийному кодированию для обозначения положения последнего ненулевого коэффициента в списке,
- для каждого коэффициента, расположенного перед последним ненулевым коэффициентом, элемент информации энтропийно кодируют для обозначения, равен или нет этот коэффициент нулю,
- для каждого обозначенного ранее коэффициента, который не равен нулю, энтропийно кодируют элемент информации для обозначения, равен или нет этот коэффициент единице,
- для каждого ненулевого коэффициента, который не равен единице, расположенного перед последним ненулевым коэффициентом, энтропийно кодируют элемент амплитуды информации (абсолютное значение коэффициента, значение которого было уменьшено вдвое),
- для каждого ненулевого коэффициента назначенный для него знак кодируют, как "0" (для знака "+") или как "1" (для знака "-").

В соответствии с технологией H.264, например, когда макроблок разделяют на блоки, сигнал данных, соответствующий каждому блоку, передают в декодер. Такой сигнал

содержит:

- квантованные остатки, содержащиеся в упомянутом выше списке,
- информацию, представляющую используемый режим кодирования, в частности:
• режим прогнозирования (внутрикадровое прогнозирование, межкадровое прогнозирование, принятое по умолчанию прогнозирование, выполняющее прогнозирование, для которого не передают элемент информации в декодер ("пропуск");
• информацию, устанавливающую тип прогнозирования (ориентация, опорное изображение и т.д.);
• тип разделения;
• тип преобразования, например, 4×4 DCT, 8×8 DCT и т.д.;
• информация о движении, в случае необходимости;
• и т.д.

Декодирование выполняют изображение за изображением, и для каждого изображения макроблок за макроблоком. Для каждого участка макроблока считывают соответствующие элементы потока. Обратное квантование и обратное преобразование коэффициентов блоков выполняют для получения декодированного остатка прогнозирования. Затем вычисляют прогнозирование участка, и участок реконструируют путем добавления прогнозирования к декодированному остатку прогнозирования.

Внутрикадровое или межкадровое кодирование с конкуренцией, как воплощено в стандарте H.264, таким образом, основано на различных элементах информации кодирования, таких как упомянутые выше, для которых устанавливают конкуренцию с целью выбора наилучшего режима, то есть, режима, который оптимизирует кодирование рассматриваемого участка, в соответствии с заданным критерием рабочих характеристик, например, скорость передачи битов/стоимость искажения, как хорошо известно специалисту в данной области техники.

Информация, представляющая выбранный режим кодирования, содержится в сигнале данных, передаваемом кодером в декодер. Декодер, таким образом, выполнен с возможностью идентификации выбранного в кодере режима кодирования, с последующим применением прогнозирования, которое соответствует этому режиму.

В документе "Data Hiding of Motion Information in Chroma and Luma Samples for Video Compression", J.-M. Thiesse, J. Jung and M. Antonini, International workshop on multimedia signal processing, 2011 представлен способ скрытия данных, который воплощается во время сжатия видеоданных.

Более точно, предложено избегать включения в сигнал, предназначенный для передачи в декодер по меньшей мере одного индекса конкуренции, вырабатываемого из множества индексов конкуренции, предназначенных для передачи. Такой индекс представляет собой, например, индекс MVComp, который представляет элемент информации, для идентификации предиктора вектора движения, используемого для блока, прогнозируемого в межкадровом режиме. Такой индекс, который может принимать значение 0 или 1, не включен непосредственно в сигнал кодированных данных, но его транспортируют через четность сумм коэффициентов квантованного остатка. Ассоциация формируется между четностью квантованного остатка и индексом MVComp. В качестве примера, четное значение квантованного остатка ассоциируют со значением 0 индекса MVComp, в то время как нечетное значение квантованного остатка ассоциируют с индексом MVComp со значением 1, При этом могут возникнуть два случая. В первом случае, если четность квантованного остатка уже соответствует четности индекса MVComp, который требуется передать, квантованный остаток

кодируют обычным образом. Во втором случае, если четность квантованного остатка отличается от четности индекса MVComp, который требуется передать, квантованный остаток модифицируют таким образом, чтобы его четность была такой же, как у индекса MVComp.Такая модификация состоит в последовательном увеличении или уменьшении одного или более коэффициентов квантованного остатка на нечетное значение (например, +1, -1, +3, -3, +5, -5 и т.д.) и поддержании только модификации, которая оптимизирует заданный критерий, в данном случае, ранее упомянутую выше скорость передачи битов/стоимость искажения.

В декодере индекс MVComp не считывают в сигнале. Декодер просто выполняет определение путем обычного определения остатка. Если значение такого остатка будет четным, индекс MVComp устанавливают равным 0. Если значение этого остатка будет нечетным, индекс MVComp устанавливают в 1.

В соответствии с технологией, которая была представлена выше, коэффициенты, которые подвергаются модификации, не всегда выбирается оптимально, таким образом, что применяемая модификация приводит к нарушениям сигнала, передаваемого в декодер. Такие нарушения неизбежно оказывают отрицательное влияние на эффективность сжатия видеоданных.

Кроме того, индекс MVComp не составляет самый полезный элемент информации, который должен быть скрыт, поскольку вероятности того, что этот индекс будет равен 0 или 1, не равны между собой. Следовательно, если этот индекс будет кодирован обычным способом, используя энтропийное кодирование, то он будет представлен, в сжатом файле, предназначенном для передачи в декодер, с меньшим количеством данных, чем один бит на переданный индекс MVComp.Следовательно, если индекс, MVComp будет передан в четности квантованного остатка, количество данных, сэкономленных, таким образом, будет меньше, чем один бит за индекс MVComp, тогда как четность остатка могла бы позволить транспортировать единицу информации в один бит на индекс.

Следовательно, снижение стоимости передачи сигналов, так же как эффективность сжатия, являются не оптимальными.

Раскрытие изобретения

Одна из целей изобретения состоит в том, чтобы устранить недостатки упомянутого выше предшествующего уровня техники.

С этой целью предмет настоящего изобретения относится к способу кодирования по меньшей мере одного изображения, разделенного на области, при этом текущая область, предназначенная для кодирования, содержащая данные по меньшей мере одного элемента данных, которому назначен знак.

Способ в соответствии с изобретением, в частности, состоит в том, что в нем реализуются, для упомянутого выше текущего участка, следующие этапы:

- вычисляют значения функции, представляющие данные упомянутого текущего участка, за исключением знака,
- сравнивают расчетное значение с заданным значением знака,
- как функцию результата сравнения, выполняют модификацию или другое изменение по меньшей мере одних из данных текущего участка,
- в случае модификации, кодируют по меньшей мере один модифицированный элемент данных.

Такая компоновка обеспечивает возможность успешного применения технологии скрытия данных для знаков данных кодируемого участка. Знак действительно представляет собой элемент информации, который, особенно уместно скрывать из-за

того факта, что вероятность появления положительного знака или отрицательного знака равновероятна. Поэтому, учитывая, что знак обязательно кодируют, как один бит, таким образом возможно, скрывая этот элемент информации, сэкономить один бит в сигнале, передаваемом в декодер, таким образом, существенно уменьшая стоимость передачи сигналов.

Следует отметить, что среди информации (знак, амплитуда, и т.д.), ассоциированной с элементом данных изображения, очень немногие из них равновероятны. Таким образом, для знака, который представляет собой равновероятный элемент информации, особенно предпочтительно скрывать элемент информации этого типа, таким образом, позволяя повысить характеристики сжатия.

В конкретном варианте осуществления, в случае, когда множество знаков учитывают в ходе вышеупомянутого этапа сравнения, последний состоит в сравнении расчетного значения функции, представляющей данные текущего участка, со значением функции, представляющей множество знаков.

Такая компоновка позволяет оптимизировать характеристики сжатия арифметического кодера, оптимизируя снижение стоимости передачи сигналов, поскольку это позволяет скрыть несколько знаков в сигнале, который будет передан в декодер.

Соотносительно, изобретение относится к устройству кодирования по меньшей мере одного изображения, разделенного на области, причем, текущая область, предназначенная для кодирования, содержит данные по меньшей мере одного элемента данных, которому выделен знак.

Такое устройство кодирования примечательно тем, что оно содержит средство обработки, которое, для текущей области, подлежащей кодированию, выполнено с возможностью:

- вычисления значения функции, представляющей данные текущего участка, за исключением знака,

- сравнения вычисленного значения с заданным значением знака,

- модификации или другой обработки по меньшей мере одних данных текущей области, в качестве функции результата сравнения,

и тем, что содержит средство кодирования по меньшей мере одного модифицируемого элемента данных, в случае модификации средством обработки.

Соответствующим образом, изобретение также относится к способу декодирования сигнала данных, представляющего по меньшей мере одно изображение, разделенное на участки, которые были ранее кодированы, текущий участок, предназначенный для декодирования, содержащий данные по меньшей мере одному элементу данных которых выделен знак.

Такой способ декодирования примечателен тем, что он содержит, для текущего участка, следующие этапы:

- декодируют данные текущей области, за исключением знака,

- вычисляют значения функции, представляющей декодируемые данных текущей области,

- получают, на основе расчетного значения, значение знака.

В конкретном варианте осуществления множество значений, ассоциированных, соответственно, с множеством знаков, получают на основе расчетного значения.

Соответственно, изобретение относится к устройству декодирования представителя сигнала данных по меньшей мере одного изображения, разделенного на области, которые были ранее кодированы, причем, текущая область, которая подлежит

декодированию, содержащая данные по меньшей мере одного элемента данных, для которого выделен знак.

Такое устройство декодирования примечательно тем, что оно содержит средство обработки, которое, для текущей области, которая подлежит декодированию, выполнено с возможностью:

- декодирования данных текущей области, с исключением знака,
- вычисления значения функции, представляющей декодируемые данные текущей области,
- получать, на основе расчетного значения, значение знака.

Изобретение также относится к компьютерной программе, включающей в себя инструкции для исполнения этапов представленного выше способа кодирования или декодирования, когда программа исполняется компьютером.

В такой программе может использоваться любой язык программирования, и она может быть представлена в форме исходного кода, объектного кода или кода, промежуточного между исходным кодом и объектным кодом, например, в частично компилированной форме или в любой другой требуемой форме.

Еще один другой предмет изобретения представляет собой считываемый компьютером носитель записи, хранящий инструкции компьютерной программы упомянутой выше.

Носитель записи может представлять собой любой объект или устройство, выполненное с возможностью хранения программы. Например, такой носитель может включать в себя средство хранения, такое как ROM, например, CD-ROM или ROM в микроэлектронных цепях, или средство магнитной записи, например, гибкий диск или жесткий диск.

Кроме того, такой носитель записи может представлять собой среду передачи, такую как электрический или оптический сигнал, который может быть передан через электрический или оптический кабель, через радиоканал или через другое средство. Программа, в соответствии с изобретением, в частности, может быть загружена через сеть типа Интернет.

В качестве альтернативы, такой носитель записи может представлять собой интегральную схему, в которую встроена программа, схема выполнена с возможностью исполнения рассматриваемого способа или может использоваться при исполнении последнего.

Устройство кодирования, способ декодирования, устройство декодирования и компьютерные программы, упомянутые выше, проявляют по меньшей мере те же преимущества, что и те, которые предоставляются способом кодирования, в соответствии с настоящим изобретением.

Краткое описание чертежей

Другие свойства и преимущества будут понятны при чтении двух предпочтительных вариантов осуществления, описанных со ссылкой на чертежи, на которых:

на фиг. 1 представлены общие этапы способа кодирования, в соответствии с изобретением,

на фиг. 2 представлено устройство кодирования, в соответствии с изобретением, выполненное с возможностью выполнения этапов способа кодирования по фиг. 1,

на фиг. 3 представлен конкретный вариант осуществления способа кодирования в соответствии с изобретением,

на фиг. 4 представлен конкретный вариант осуществления устройства кодирования в соответствии с изобретением,

на фиг. 5 представлены общие этапы способа декодирования, в соответствии с изобретением,

на фиг. 6 представлено устройство декодирования, в соответствии с изобретением, выполненное с возможностью выполнения этапов способа декодирования по фиг. 5,

на фиг. 7 представлен конкретный вариант осуществления способа декодирования в соответствии с изобретением,

на фиг. 8 представлен конкретный вариант осуществления устройства декодирования в соответствии с изобретением,

Осуществление изобретения

Подробное описание участка кодирования

Ниже будет описан вариант осуществления изобретения, в котором способ кодирования, в соответствии с изобретением, используется для кодирования последовательности изображений, в соответствии с бинарным потоком, близким к тому, который получают путем кодирования, в соответствии со стандартом H.264/MPEG-4 AVC. В этом варианте осуществления способ кодирования, в соответствии с изобретением, например, воплощен в виде программных средств или аппаратных средств путем модификации кодера, первоначально соответствующего стандарту H.264/MPEG-4 AVC.

Способ кодирования, в соответствии с изобретением, представлен в форме алгоритма, включающего в себя этапы от C1 до C40, показанные на фиг. 1.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения способ кодирования, в соответствии с изобретением, воплощен в устройстве кодирования или в кодере CO, вариант осуществления которого представлен на фиг. 2.

В соответствии с изобретением, перед фактическим этапом кодирования, выполняют разделение изображения IE, состоящего из последовательности изображений, предназначенных для кодирования в заданном порядке, на множество Z областей B_1, B_2, …, B_i, …, B_Z, как представлено на фиг. 2.

Следует отметить, что в пределах значения изобретения, термин "область" означает модуль кодирования. Такая терминология, в частности, используется в стандарте HEVC/H.265, который в настоящее время находится в разработке, например, в документе, доступном по следующему адресу Интернет:

<http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/current_document.php?id=3286>

В частности, такие модули кодирования группируют вместе в наборах пикселей прямоугольной или квадратной формы, также называемых блоками, макроблоками или наборах пикселей, имеющих другие геометрические формы.

В примере, представленном на фиг. 2, упомянутые участки представляют собой блоки, которые имеют квадратную форму, и все из которых имеют одинаковый размер. В зависимости от размера изображения, который не обязательно составляет кратное значение размера блоков, последние блоки слева и последние блоки снизу не обязательно должны быть квадратной формы. В альтернативном варианте осуществления блоки могут, например, иметь прямоугольную форму и/или могут не быть выровнены друг с другом.

Каждый блок или макроблок, кроме того, может быть сам разделен на подблоки, которые сами после этого могут быть подразделены.

Такое разделение выполняют с помощью модуля PCO разделения, представленного на фиг. 2, в котором используется, например, алгоритм разделения, хорошо известный сам по себе.

После упомянутого этапа разделения, выполняют кодирование каждой из текущих

областей Bi (где i представляет собой целое число, такое, как $1 \leq i \leq Z$) упомянутого изображения IE.

В примере, представленном на фиг. 2, такое кодирование применяют последовательно для каждого из блоков B_1 - B_Z текущего изображения IE. Блоки кодируют, например, в соответствии с обходом, таким как обход в виде растровой развертки, как хорошо известно для специалиста в данной области техники.

Кодирование, в соответствии с изобретением, воплощено в программном модуле кодирования MC_CO кодера CO, такого, как представлен на фиг. 2.

В ходе этапа C1, представленного на фиг. 1, модуль MC_CO кодирования на фиг. 2 выбирает, в качестве текущего блока B1, первый блок B1, предназначенный для кодирования текущего изображения IE. Как представлено на фиг. 2, он представляет собой первый левый блок изображения IE.

В ходе этапа S2, представленного на фиг. 1, предпринимается выделение данных текущего блока B1 в форме списка $D_1=(a_1, a_2, \ldots, a_P)$. Такое выделение выполняют с помощью программного модуля EX_CO, как представлено на фиг. 2. Такие данные, например, представляют собой данные пикселя, при этом, каждым ненулевым данным пикселя назначают либо положительный знак, или отрицательный знак.

Каждые из данных списка D_1, ассоциированы с различными элементами цифровой информации, которая предназначена для выполнения энтропийного кодирования. Элементы цифровой информации, такие как эти, описаны ниже в качестве примера:

- для каждого из элемента данных, расположенного перед последним ненулевым элементом данных списка, D_1, цифровой элемент информации, такой как бит, предназначен для энтропийного кодирования для обозначения, равен или нет элемент данных нулю: если элемент данных равен нулю, например, будет кодировано значение бита, равное 0, в то время, как, если элемент данных не равен нулю, будет кодировано значение бита, равное 1;
- для каждого ненулевого элемента данных цифровой элемент информации, такой как бит, предназначен для энтропийного кодирования для обозначения, равно или абсолютное значение элемента данных единице: если оно равно 1, будет кодировано, например, значение бита, равное 1, в то время как, если оно не равно 1, будет кодировано значение бита, равное 0;
- для каждого ненулевого элемента данных, абсолютное значение которого не равно единице и который расположен перед последним ненулевым элементом данных, энтропийно кодируют элемент амплитуды информации,
- для каждого ненулевого элемента данных, знак, который ему выделяют, кодируют с помощью цифрового элемента информации, такой как, например, бит, установленный в "0" (для знака +) или в "1" (для знака -).

Этапы абсолютного кодирования, в соответствии с изобретением, будут описаны ниже со ссылкой на фиг. 1.

В соответствии с изобретением, определяют, что требуется исключить энтропийное кодирования по меньшей мере одного знака одних из упомянутых данных списка D_1.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, именно знак первого ненулевого элемента данных, должен быть скрыт. Такой знак представляет собой, например, положительный знак, и его выделяют первому ненулевому элементу данных, такому, как, например, элемент a_2 данных.

В ходе этапа S3, представленного на фиг. 1, модуль MTR_CO обработки вычисляет значение функции f, которое является репрезентативным для данных списка D_1.

В предпочтительном варианте осуществления, где одиночный знак должен быть скрыт в сигнале, предназначенном для передачи в декодер, функция f представляет собой четную сумму данных в списке D_1.

В ходе этапа S4, представленного на фиг. 1, модуль MTR_CO, обработки проверяет, соответствует ли значение знака, который должен быть скрыт, четности суммы данных списка D_1, используя соглашение, определенное заранее в кодере CO.

В предложенном примере упомянутое соглашение выполняется таким образом, что положительный знак ассоциируют с битом значения, равного нулю, в то время как отрицательный знак ассоциируют с битом значения, равного единице.

Если, в соответствии с соглашением, принятым в кодере CO, в соответствии с изобретением, знак будет положительным, таким образом, соответствующим значению бита кодирования нуля, и если сумма данных списка D_1 будет четной, выполняют этап S20 энтропийного кодирования данных упомянутого выше списка D_1, за исключением знака первого ненулевого элемента a_2 данных. Такой этап S20 представлен на фиг. 1.

Если, все еще, в соответствии с соглашением, принятым в кодере CO, в соответствии с изобретением, знак будет отрицательным, соответствующим, таким образом, одному из значения бита кодирования, и если сумма данных списка D_1 будет нечетной, также выполняют этап S20 энтропийного кодирования данных упомянутого выше списка D_1, за исключением знака первого ненулевого элемента a_2 данных.

Если, в соответствии с соглашением, принятым в кодере CO, в соответствии с изобретением, знак будет положительным, соответствующим, таким образом, нулевому значению бита кодирования, и если сумма данных списка D_1 будет нечетной, выполняют в ходе этапа S5, представленного на фиг. 1, модификацию по меньшей мере одного модифицируемого элемента данных списка D_1.

Если, все еще, в соответствии с соглашением, принятым в кодере CO, в соответствии с изобретением, знак будет отрицательным, соответствующим, таким образом, одному из значения бита кодирования, и если сумма данных списка D_1 будет четной, также выполняют этап S5 модификации по меньшей мере одного модифицируемого элемента данных списка D_1.

В соответствии с изобретением, элемент данных является модифицируемым, если модификация его значения не приводит к какой-либо десинхронизации в декодере, как только этот модифицируемый элемент данных будет обработан декодером. Таким образом, модуль MTR_CO обработки первоначально выполнен так, чтобы не модифицировать:

- нулевой элемент данных или данные, расположенные перед первым ненулевым элементом данных, таким образом, что декодер не выделяет значение скрытого знака для этих или тех нулевых данных,
- и по причинам сложности расчетов, элемент нулевых данных или данные, расположенные после последнего ненулевого элемента данных.

Такая операция модификации выполняется модулем MTR_CO обработки по фиг. 2.

В предложенном примерном варианте осуществления предполагается, что полная сумма данных списка D_1 равна 5, и, поэтому, является нечетной. То есть, декодер может реконструировать положительный знак, выделенный первому ненулевому элементу a_2 данных, без передачи кодером CO этого элемента данных в декодер, при этом необходимо, чтобы значение четности суммы было четным. Следовательно, модуль

MTR_CO обработки проверяет, в ходе упомянутого этапа S5, различные модификации данных списка D_1, все из которых направлены на изменение четности суммы данных.

В предпочтительном варианте осуществления предпринимается добавление +1 или -1 к каждому модифицируемому элементу данных и делают выбор, в соответствии с заданным критерием, модификации среди всех выполненных.

Затем получают модифицированный список $Dm_1=(a'_1, a'_2, \ldots, a'_P)$ после окончания этапа S5.

Следует отметить, что в ходе этого этапа, определенные модификации запрещены. Таким образом, в случае, когда первый ненулевой элемент данных равен +1, было бы невозможно добавить к нему -1, поскольку он стал бы равен нулю, и при этом потерял бы свою характеристику первого ненулевого элемента данных списка D_1. Декодер затем впоследствии выделил бы декодированный знак (путем расчета четности суммы данных) другому элементу данных, и тогда могла бы возникнуть ошибка декодирования.

После этого выполняют этап S20 энтропийного кодирования данных упомянутого выше списка Dm_1, за исключением положительного знака первого ненулевого элемента a_2 данных, и этот знак скрыт в четности суммы данных.

Следует отметить, что набор амплитуд данных списка D_1 или модифицированного списка Dm_1 кодируют перед набором знаков, за исключением знака первого ненулевого элемента данных, который не кодируют, как пояснялось выше.

В ходе следующего этапа S30, представленного на фиг. 1, модуль MC_CO кодирования по фиг. 2 проверяет, является ли текущий кодированный блок последним блоком изображения IE.

Если текущий блок представляет собой последний блок изображения IE, в ходе этапа S40, представленного на фиг. 1, способ кодирования прекращают.

Если это не так, предпринимают выбор следующего блока B_i, который затем кодируют в соответствии с упомянутым выше порядком растровой развертки при выполнении обхода, с последовательным приращением этапов от S1 до S20, для $1 \leq i \leq Z$.

После выполнения энтропийного кодирования для всех блоков от B_1 до B_Z, предпринимается построение сигнала F, представляющего в двоичной форме, упомянутые кодированные блоки.

Построение двоичного сигнала F воплощают в модуле CF программного построения потока, таком, как представлено на фиг. 2.

Поток F после этого передают через сеть передачи данных (не представлена) на удаленное оконечное устройство. Последнее содержит декодер, который будет более подробно описан в последующем описании.

Далее, в основном, со ссылкой на фиг. 1, будет описан другой вариант осуществления изобретения.

Такой другой вариант осуществления отличается от предыдущего исключительно количеством знаков, которые будут скрыты, которое составляет N, N представляет собой целое число, такое, как $N \geq 2$.

С этой целью, функция f представляет собой модуль 2^N остатка суммы данных списка D_1. При этом предполагается, что в предложенном примере, N=2, два знака, которые должны быть скрыты, представляют собой первые два знака первых двух ненулевых данных в списке D_1, например, a_2 и a_3.

В ходе этапа S4, представленного на фиг. 1, модуль MTR_CO обработки проверяет,

соответствует ли конфигурация из N знаков, то есть, 2^N возможных конфигураций, значению модуля 2^N остатка суммы данных списка D_1.

В предложенном примере, где N=2, существуют 2^2=4 разных конфигураций знаков. Эти четыре конфигурации подчиняются соглашению в кодере CO, которое, например, определено следующим образом:

- остаток, равный нулю, соответствует двум последовательным положительным знакам: +, +;
- остаток, равный единице, соответствует последовательным положительному знаку и отрицательному знаку: +, -;
- остаток, равный двум, соответствует последовательным отрицательному знаку и положительному знаку: -, +;
- остаток, равный трем, соответствует двум последовательным отрицательным знакам: -, -.

Если конфигурация N знаков соответствует значению модуля 2^N остатка суммы данных списка D_1, выполняется этап S20 энтропийного кодирования данных упомянутого выше списка D_1, за исключением соответствующего знака первых двух ненулевых данных a_2 и a_3, и эти знаки скрыты в четности модуля 2^N суммы данных в списке D_1.

Если это не так, выполняют этап S5 модификации по меньшей мере одного модифицируемого элемента данных списка D_1. Такую модификацию выполняют с помощью модуля MTR_CO обработки по фиг. 2 таким образом, что модуль 2^N остатка суммы модифицируемых данных списка D_1 получает значения каждого из двух знаков, которые должны быть скрыты.

Затем получают модифицированный список $Dm_1=('_1, '_2, \ldots, a'_P)$.

После этого выполняют этап S20 энтропийного кодирования данных упомянутого выше списка Dm_1, за исключением знака первого ненулевого элемента a_2 данных и знака второго ненулевого элемента a_3 данных, знаки которых скрыты в четности суммы модуля 2^N данных.

Конкретный вариант осуществления изобретения будет описан ниже, в котором способ кодирования, в соответствии с изобретением, все еще используется для кодирования последовательности изображений, в соответствии с двоичным потоком, близким к тому, который получают в результате кодирования, в соответствии со стандартом H.264/MPEG-4 AVC. В этом варианте осуществления способ кодирования, в соответствии с изобретением, например, воплощен в программном обеспечении или в аппаратных средствах путем модификации кодера, первоначально соответствующего стандарту H.264/MPEG-4 AVC.

Способ кодирования, в соответствии с изобретением, представлен в форме алгоритма, содержащего этапы C1 - C40, такие, как показаны на фиг. 3.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения, способ кодирования воплощен в устройстве кодирования или в кодере CO1, вариант осуществления которого представлен на фиг. 4.

В соответствии с изобретением, и как описано в предыдущих примерах, выполняют, перед соответствующим кодированием, разделение изображения IE из последовательности изображений, предназначенных для кодирования в заданном

порядке, на множество Z областей B'_1, B'_2, …, B'_i, …, B'_Z, как представлено на фиг. 4.

В примере, представленном на фиг. 4, упомянутые области представляют собой блоки, которые имеют квадратную форму, и все имеют одинаковый размер. В качестве функции размера изображения, которое не обязательно должно составлять кратное число размера блоков, последние блоки слева и последние блоки снизу могут не быть квадратными. В альтернативном варианте осуществления блоки могут, например, иметь прямоугольную форму и/или могут не быть выравнены друг с другом.

Каждый блок или макроблок может, кроме того, сам по себе быть разделенным на подблоки, которые сами по себе могут быть подразделены дополнительно.

Такое разделение выполняют с помощью программного модуля PCO1 разделения, представленного на фиг. 4, который идентичен модулю PCO разделения, представленному на фиг. 2.

После упомянутого этапа разделения, выполняют кодирование каждой из текущих областей B'_i (i представляет собой целое число, такое, как $1 \leq i \leq Z$) упомянутого изображения IE.

В примере, представленном на фиг. 4, такое кодирование выполняют последовательно для каждого из блоков B'_1 - B'_Z текущего изображения IE. Блоки кодируют в соответствии с обходом, таким, как, например обход с "растровой разверткой", как хорошо известно для специалиста в данной области техники.

Кодирование, в соответствии с изобретением, воплощают в модуле MC_CO1 программного обеспечения кодирования кодера CO1, как представлено на фиг. 4.

В ходе этапа C1, представленного на фиг. 3, блок MC_CO1 кодирования на фиг. 4 выбирает, в качестве текущего блока B'_i первый блок B'_1, предназначенный для кодирования текущего изображения IE. Как представлено на фиг. 4, он представляет собой первый левый блок изображения IE.

В ходе этапа C2, представленного на фиг. 3, выполняется предиктивное кодирование текущего блока B'_1 используя известные технологии внутри кадрового и/или межкадрового прогнозирования, в ходе которого блок B'_1 прогнозируют в отношении по меньшей мере одного ранее кодированного и декодированного блока. Такое прогнозирование выполняется с помощью программного модуля PRED_CO1 прогнозирования, такого, как представлен на фиг. 4.

Само собой разумеется, что возможны другие режимы внутрикадрового прогнозирования, такие, как предложены в стандарте H.264.

Текущий блок B'_1 также может быть подвергнут кодированию с прогнозированием межкадровом режиме, в ходе которого текущий блок прогнозируют на основе блока, возникающего из ранее кодированного и декодированного изображения. Другие типы прогнозирования, конечно, могут быть рассмотрены. Среди возможных вариантов прогнозирования для текущего блока выбирают оптимальное прогнозирование, в соответствии с критерием скорости/искажения, хорошо известного для специалиста в данной области техники.

Упомянутый выше этап кодирования с прогнозированием возможен для построения прогнозируемого блока $B'p_1$, который представляет собой аппроксимацию текущего блока B'_1. Информация, относящаяся к этому кодированию с прогнозированием, предназначена для описания в сигнале, который должен быть передан в декодер. Такая информация, в частности, содержит тип прогнозирования (межкадровый или внутрикадровый), и, если соответствует, режим внутрикадрового прогнозирования,

тип разделения на области блока или макроблока, если последний был подразделен, индекс опорного изображения и вектор смещения, используемый в режиме межкадрового прогнозирования. Эта информация сжимается с помощью кодера CO1.

В течение следующего этапа C3, представленного на фиг. 3, модуль PRED_CO1 прогнозирования сравнивает данные, относящиеся к текущему блоку B'_1, с данными прогнозируемого блока $B'p_1$. Более точно, в течение этого этапа обычно выполняется вычитание блока $B'p_1$ прогнозирования из текущего блока B'_1, для получения остаточного блока $B'r_1$.

В течение следующего этапа C4, представленного на фиг. 3, выполняют преобразование остаточного блока $B'r_1$, в соответствии с обычной операцией прямого преобразования, такой, например, как дискретное косинусное преобразование DCT, для формирования преобразованного блока $B't_1$. Такую операцию выполняют с помощью модуля MT_CO1 программного преобразования, такого, как представлен на фиг. 4.

В течение следующего этапа C5, представленного на фиг. 3, выполняют квантование преобразованного блока $B't_1$, в соответствии с обычной операцией квантования, такой, как, например, скалярное квантование. Затем получают блок $B'q_1$ квантованных коэффициентов. Такой этап выполняют, используя модуль MQ_CO1 программного квантования, такой, как представлен на фиг. 4.

В течение следующего этапа C6, представленного на фиг. 3, выполняют обход, в заданном порядке, квантованных коэффициентов блока $B'q_1$. В представленном примере, это приводит к обычному зигзагообразному обходу. Такой этап выполняют путем считывания программного модуля ML_CO1, такого, как представлен на фиг. 4. По окончании этапа C6 получают одномерный список $E_1=(\varepsilon1, \varepsilon2, \ldots, \varepsilon L)$ коэффициентов, более известных под термином "квантованный остаток", где L представляет собой целое число, большее или равное 1. Каждый из коэффициентов списка E_1 ассоциирован с различными элементами цифровой информации, которые предназначены для выполнения с ними энтропийного кодирования. Такие элементы цифровой информации описаны ниже в качестве примера.

Предположим, что, в представленном примере L=16, и что список E_1 содержит следующие шестнадцать коэффициентов: E_1=(0, +9, -7, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1, 0, 0, 0, 0).

В этом случае:

- для каждого коэффициента, расположенного перед последним ненулевым коэффициентом списка E_1, цифровой элемент информации, такой как бит, предназначен для энтропийного кодирования для обозначения, равен или нет коэффициент нулю: если коэффициент равен нулю, он представляет собой, например, бит со значением 0, который будет кодирован, в то время как, если коэффициент не равен нулю, он представляет собой бит со значением 1, который будет кодирован;

- для каждого ненулевого коэффициента +9, -7, +1, -1, +2, +1, цифровой элемент информации, такой как бит, предназначен для энтропийного кодирования для обозначения, равно или нет абсолютное значение коэффициента единице: если оно равно 1, оно представляет собой, например, бит со значением 1, который будет кодирован, в то время как, если оно не равно 1, оно представляет собой бит со значением 0, которое будет кодировано;

- для каждого ненулевого коэффициента, абсолютное значение которого не равно единице, и который расположен перед последним ненулевым коэффициентом, таким, как коэффициенты со значением +9, -7, +2, элемент амплитуды информации (абсолютное значение коэффициента, из которого вычитают значение два) кодируют энтропийно,

- для каждого ненулевого коэффициента знак, который выделяют для него, кодируют, используя цифровой элемент информации, такой как бит, например, установленный в "0" (для знака +) или в "1" (для знака -).

Конкретные этапы кодирования, в соответствии с изобретением, будут описаны со ссылкой на фиг. 3.

В соответствии с изобретением, определяют, что требуется исключить энтропийное кодирование по меньшей мере одного из упомянутых выше элементов цифровой информации, которые представляют собой по меньшей мере один знак одного из упомянутых коэффициентов списка E_1.

С этой целью, в ходе этапа C7, представленного на фиг. 3, выполняют выбор количества знаков, которые должны быть скрыты в ходе последующего этапа энтропийного кодирования. Такой этап выполняют с помощью модуля MTR_CO1 программной обработки, такого как представлено на фиг. 4.

В предпочтительном варианте осуществления количество знаков, которое должно быть скрыто, равно единице или нулю. Кроме того, в соответствии с упомянутым предпочтительным вариантом осуществления, именно знак первого ненулевого коэффициента должен быть скрыт. В представленном примере это, поэтому, влечет скрытие знака коэффициента ε2=+9.

В альтернативном варианте осуществления количество знаков, которое должно быть скрыто, равно либо нулю, либо одному, или двум, или трем, или больше.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления этапа C7, в ходе первого подэтапа C71, представленного на фиг. 3, выполняется определение, на основе упомянутого списка E_1, подсписка SE_1, содержащего коэффициенты, выполненные с возможностью их модификации ε'1, ε'2, …, ε'M, где M<L. Такие коэффициенты в последующем описании будут называться пригодными для модификации коэффициентами.

В соответствии с изобретением, коэффициент является пригодным для модификации, если модификация его квантованного значения не приводит к десинхронизации в декодере, после того, как такой модифицируемый коэффициент будет обработан декодером. Таким образом, модуль MTR_CO1 обработки первоначально выполнен так, что он не модифицирует:

- нулевой коэффициент или коэффициенты, расположенные перед первым ненулевым коэффициентом, таким образом, что декодер не выделяет значение скрытого знака для этого или этих нулевых коэффициентов,

- и, по причинам сложности расчетов, нулевой коэффициент или коэффициенты, расположенные после последнего ненулевого коэффициента.

В представленном примере, после окончания подэтапа C71, полученный подсписок SE_1 является таким, что SE_1=(9, -7, 0, 0, 1, 0, -1, 2, 0, 0, 1). Следовательно, получают одиннадцать пригодных для модификации коэффициентов.

В течение следующего подэтапа C72, представленного на фиг. 3, модуль MTR_CO1 обработки выполняет сравнение количества модифицируемых коэффициентов с заданным порогом TSIG. В предпочтительном варианте осуществления TSIG равно 4.

Если количество модифицируемых коэффициентов будет меньше, чем пороговое

значение TSIG, в течение этапа C20, представленного на фиг. 3, выполняют обычное энтропийное кодирование коэффициентов по списку E_1, такое, как выполняется, например, в кодере CABAC, обозначенном ссылочной позицией CE_CO1 на фиг. 4. С этой целью, знак каждого ненулевого коэффициента в списке E_1 кодируют энтропийно.

Если количество модифицируемых коэффициентов больше, чем пороговое значение TSIG, в ходе этапа C8, представленного на фиг. 3, модуль MTR_CO1 обработки рассчитывает значение функции f, которая представляет коэффициенты подсписка SE_1.

В предпочтительном варианте осуществления, где один знак предназначен для скрытия в сигнале, который должен быть передан в декодер, функция f представляет собой четность суммы коэффициентов подсписка SE_1.

В ходе этапа C9, представленного на фиг. 3, модуль MTR_CO1 обработки проверяет, соответствует ли четность значения знака, предназначенного для скрытия, четности суммы коэффициентов подсписка SE_1, в соответствии с соглашением, определенным ранее в кодере CO1.

В предложенном примере, упомянутое соглашение является таким, что положительный знак ассоциируют с битом значения, равным нулю, в то время как отрицательный знак ассоциируют с битом значения, равным единице.

Если, в соответствии с соглашением, принятым в кодере CO1, в соответствии с изобретением, знак будет положительным, так, что он, таким образом, соответствует нулевому значению бита кодирования, и если сумма коэффициентов подсписка SE_1 будет четной, выполняется этап C20 энтропийного кодирования коэффициентов упомянутого выше списка E_1, за исключением знака коэффициента ε2.

Если, все еще в соответствии с соглашением, принятым в кодере CO1, в соответствии с изобретением, знак будет отрицательным, соответствуя, таким образом, одному из значения бита кодирования, и если сумма коэффициентов подсписка SE_1 будет нечетной, также выполняется этап C20 энтропийного кодирования коэффициентов упомянутого выше списка E_1, за исключением знака коэффициента ε2.

Если, в соответствии с соглашением, принятым в кодере CO1, в соответствии с изобретением, знак будет положительным, соответствуя, таким образом, нулевому значению бита кодирования, и если сумма коэффициентов подсписка E_1 будет нечетной, в ходе этапа C10, представленного на фиг. 3. выполняется модификация по меньшей мере одного пригодного для модификации коэффициента подсписка SE_1.

Если, все еще в соответствии с соглашением, принятым в кодере CO1, в соответствии с изобретением, знак будет отрицательным, соответствуя, таким образом, одному из значений бита кодирования, и если сумма коэффициентов подсписка SE_1 будет четной, также выполняют этап C10 модификации по меньшей мере одного пригодного к модификации коэффициента подсписка SE_1.

Такая операция модификации выполняется модулем MTR_CO1 обработки по фиг. 4.

В примерном варианте осуществления, где SE_1=(+9, -7, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1), общая сумма коэффициентов равна 5, и, поэтому, является нечетной. Таким образом, декодер может реконструировать положительный знак, выделенный для первого ненулевого коэффициента, ε2=+9, без передачи кодером CO1 этого коэффициента в декодер, при этом четность суммы может стать четной. Следовательно, модуль MTR_CO1 обработки тестирует, в ходе упомянутого этапа C10, различные модификации

коэффициентов подсписка SE_1, все из которых направлены на изменение четности суммы коэффициентов. В предпочтительном варианте осуществления выполняется добавление +1 или -1 к каждому пригодному для модификации коэффициенту и выполняется выбор модификации среди всех них.

В предпочтительном варианте осуществления такой выбор составляет оптимальное прогнозирование в соответствии с критерием рабочих характеристик, которые, например, представляют собой критерий нарушения скорости передачи битов, хорошо известный для специалиста в данной области техники. Такой критерий выражен уравнением (1), представленным ниже:

(1) $J=D+\lambda R$, где

D представляет искажение между исходным макроблоком, и реконструированным макроблоком, R представляет стоимость в битах кодирования информации кодирования, и λ представляет множитель Лагранжа, значение которого может быть фиксировано перед кодированием.

В предложенном примере модификация, которая приводит к повышению оптимального прогнозирования в соответствии с упомянутым выше критерием скорости передачи битов/искажения, представляет собой добавление значения 1 ко второму коэффициенту -7 из подсписка SE_1.

Модифицированный подсписок $SEm_1=(+9, -6, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1)$ затем получают по окончанию этапа C10.

Следует отметить, что в ходе этого этапа, определенные модификации запрещены. Таким образом, в случае, когда первый ненулевой коэффициент ε2 должен был быть равен +1, было бы невозможно добавить -1 к нему, поскольку он стал бы равным нулю, и при этом потерял бы свою характеристику первого ненулевого коэффициента списка E_1. Декодер затем впоследствии выделил бы декодированный знак (путем расчета четности суммы коэффициентов) для другого коэффициента, и при этом возникла бы ошибка декодирования.

В ходе этапа C11, представленного на фиг. 3, модуль MTR_CO1 обработки выполняет соответствующую модификацию списка E_1. Затем получают следующий модифицированный список $Em_1=(0, +9, -6, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1, 0, 0, 0, 0)$.

После этого выполняют этап C20 энтропийного кодирования коэффициентов упомянутого выше списка Em_1, за исключением знака коэффициента ε2, который представляет собой знак + коэффициента 9 в предложенном примере, и этот знак скрыт в четности суммы коэффициентов.

Следует отметить, что набор амплитуд коэффициентов списка E_1 или модифицированного списка Em_1 кодируют перед набором знаков, за исключением знака первого ненулевого коэффициента ε2, который не кодируют, как пояснялось выше.

В ходе следующего этапа C30, представленного на фиг. 3, модуль MC_CO1 кодирования по фиг. 4 тестирует, является ли кодированный текущий блок последним блоком в изображении IE.

Если текущий блок представляет собой последний блок изображения IE, в ходе этапа C40, представленного на фиг. 3, способ кодирования прекращается.

Если это не так, выполняется выбор блока, следующего после B'_i, который затем кодируют в соответствии с упомянутым выше порядком обхода в виде растровой развертки, путем итерации этапов C1 - C20, для $1 \leq i \leq Z$.

После того, как энтропийное кодирование всех блоков B'_1 - B'_Z будет выполнено, выполняется построение сигнала F', представляющего, в бинарной форме, упомянутые кодированные блоки.

Построение двоичного сигнала F' воплощают в программном модуле CF1 построения потока, таком, как представлен на фиг. 4.

Поток F' после этого передают с помощью сети передачи данных (не представлена) на удаленное оконечное устройство. Последний содержит декодер, который будет более подробно описан в последующем описании.

Далее, со ссылкой на фиг. 3, будет описан другой вариант осуществления изобретения.

Этот другой вариант осуществления отличается от предыдущего исключительно количеством коэффициентов, которые будут скрыты, которое равно либо 0, или N, причем N представляет собой целое число, такое, как $N \geq 2$.

С этой целью, упомянутый выше подэтап C72 сравнения заменяют подэтапом C72a, представленным пунктиром на фиг. 3, в ходе которого выполняют сравнение количества модифицированных коэффициентов с несколькими заданными пороговыми значениями 0<TSIG_1<TSIG_2<TSIG_3 …, таким образом, что, если количество модифицированных коэффициентов находится между TSIG_N и TSIG_N+1, N знаков должны быть скрыты.

Если количество модифицированных коэффициентов меньше, чем первое пороговое значение TSIG_1, в ходе упомянутого выше этапа C20 выполняют обычное энтропийное кодирование коэффициентов списка E_1. С этой целью, знак каждого ненулевого коэффициента списка E_1 подвергают энтропийному кодированию.

Если количество модифицированных коэффициентов находится между пороговым значением TSIG_N и TSIG_N+1, в ходе этапа C8, представленного на фиг. 3, модуль MTR_CO1 обработки рассчитывает значение функции f, которое представляет коэффициенты подсписка SE_1.

В этом, другом варианте осуществления, решение в кодере направлено на скрытие N знаков, функция f представляет собой модуль 2^N остатка суммы коэффициентов подсписка SE_1. При этом предполагается, что в предложенном примере N=2, два знака, которые должны быть скрыты, представляют собой первые два знака первых двух ненулевых коэффициентов, соответственно, а именно, ε2 и ε3.

В ходе следующего этапа C9, представленного на фиг. 3, модуль MTR_CO1 обработки проверяет, соответствует ли конфигурация N знаков, то есть, 2^N возможных конфигураций, значению модуля 2^N остатка суммы коэффициентов подсписка SE_1.

В предложенном примере, где N=2, существуют $2^2=4$ разных конфигураций знаков.

Эти четыре конфигурации соответствуют условиям соглашения в кодере CO1, которое, например, определено следующим образом:

- остаток, равный нулю, соответствует двум последовательным положительным знакам: +, +;
- остаток, равный единице, соответствует последовательному положительному знаку и отрицательному знаку: +, -;
- остаток, равный двум, соответствует последовательному отрицательному знаку и положительному знаку: -, +;
- остаток, равный трем, соответствует двум последовательным отрицательным знакам: -, -.

Если конфигурация N знаков соответствует значению модуля 2^N остатка суммы

коэффициентов подсписка SE_1, выполняется этап C20 энтропийного кодирования коэффициентов упомянутого выше списка E_1, за исключением знака коэффициента ε2 и коэффициента ε3, и эти знаки скрыты в четности модуля 2^N суммы коэффициентов.

Если это не так, выполняется этап C10 модификации по меньшей мере одного пригодного для модификации коэффициента подсписка SE_1. Такую модификацию выполняют с помощью модуля MTR_CO1 обработки по фиг. 4, таким образом, что модуль 2^N остатка суммы пригодных для модификации коэффициентов подсписка SE_1 получает значения каждого из двух знаков, которые должны быть скрыты.

В ходе упомянутого выше этапа C11 модуль MTR_CO1 обработки выполняет соответствующую модификацию списка E_1. В результате получают модифицированный список Em_1.

После этого выполняют этап C20 энтропийного кодирования коэффициентов упомянутого выше списка Em_1, за исключением знака коэффициента ε2 и знака коэффициента ε3, и эти знаки скрыты в модуле 2^N четности суммы коэффициентов.

Подробное описание участка декодирования

Общий вариант осуществления способа декодирования, в соответствии с изобретением, будет описан ниже, в котором способ декодирования воплощен в виде программного обеспечения или в аппаратных средствах путем модификации декодера, первоначально соответствующего стандарту H.264/MPEG-4 AVC.

Способ декодирования, в соответствии с изобретением, представлен в форме алгоритма, содержащего этапы SD1 - SD7, показанные на фиг. 5.

В соответствии с общим вариантом осуществления изобретения, способ декодирования, в соответствии с изобретением, воплощен в устройстве декодирования или в декодере DO, таком, как представлено на фиг. 6, который пригоден для потока F, подаваемого кодером CO по фиг. 2.

В ходе предварительного этапа, не представленного на фиг. 5, выполняется идентификация принятого сигнала F данных для участков B_1 - B_Z, которые были предварительно кодированы кодером CO. В предпочтительном варианте воплощения, упомянутые участки представляют собой блоки, которые имеют квадратную форму, и все имеют одинаковый размер. Как функция размера изображения, который не обязательно должен быть кратным размеру блоков, последние блоки слева и последние блоки снизу могут не быть квадратными. В альтернативном варианте осуществления блоки могут иметь, например, прямоугольную форму и/или могут быть не выравнены друг с другом.

Каждый блок или макроблок может, кроме того, сам быть разделен на подблоки, которые сами по себе могут быть подразделены.

Такую идентификацию выполняют, используя программный модуль EX_DO анализа потока, такой, как представлено на фиг. 6.

В ходе этапа SD1, представленного на фиг. 5, модуль EX_DO по фиг. 6 выбирает, как текущий блок B_i первый блок B_1 для декодирования. Такой выбор состоит, например, в установке указателя для считывания в сигнале F в начале данных первого блока B_1.

После этого выполняется декодирование каждого из выбранных кодированных блоков.

В примере, представленном на фиг. 5, такое декодирование последовательно

применяют к каждому из кодированных блоков B_1 - B_Z. Блоки декодируют, в соответствии с, например, обходом в виде "растровой развертки", как хорошо известно специалисту в данной области техники.

Декодирование, в соответствии с изобретением, воплощено в программном модуле MD_DO декодирования декодера DO, так, как представлено на фиг. 6.

В ходе этапа SD2, представленного на фиг. 5, вначале выполняют энтропийное декодирование первого текущего блока B_1, который был выбран. Такую операцию выполняют с помощью модуля DE_DO энтропийного декодирования, представленного на фиг. 6, например, типа CABAC. В ходе выполнения этого этапа модуль DE_DO выполняет энтропийное декодирование элементов цифровой информации, соответствующих амплитуде каждых из кодированных данных списка D_1 или модифицированного списка Dm_1. В данный момент, только знаки данных списка D_1 или модифицированного списка Dm_1 не будут декодированы.

В случае, когда модуль MTR_DO обработки принимает список $D_1=(a_1, a_2, \ldots, a_P)$, в ходе этапа SD3, представленного на фиг. 5, выполняют обычное энтропийное декодирование всех знаков данных списка D_1. Такое декодирование выполняют с помощью декодера CABAC, обозначенного, как DE_DO на фиг. 6. С этой целью, знак каждого ненулевого элемента данных списка D_1 подвергают энтропийному декодированию.

В случае, когда модуль MTR_DO обработки принимает модифицированный список $Dm_1=(a'_1, a'_2, \ldots, a'_P)$, в ходе упомянутого этапа SD3, выполняют обычное энтропийное декодирование всех знаков данных из списка Dm_1, за исключением знака первого ненулевого элемента a2 данных.

В ходе этапа SD4, представленного на фиг. 5, модуль MTR_DO обработки рассчитывает значение функции f, которая представляет данные списка Dm_1, для определения, является ли расчетное значение четным или нечетным.

В предпочтительном варианте осуществления, когда одиночный знак скрыт в сигнале F, функция f представляет собой четность суммы данных списка Dm_1.

В соответствии с соглашением, используемым в кодере CO, которое является таким же, как и в декодере DO, четное значение суммы данных этого списка Dm_1 обозначает, что знак первого ненулевого элемента данных модифицированного списка Dm_1 будет положительным, в то время как нечетное значение суммы данных списка Dm_1 обозначает, что знак первого ненулевого элемента данных модифицированного списка Dm_1 будет отрицательным.

В примерном варианте осуществления общая сумма данных является четной. Следовательно, по окончанию этапа SD4, модуль MTR_DO обработки выводит из этого, что скрытый знак первого ненулевого элемента a2 данных является положительным.

В ходе этапа SD5, представленного на фиг. 5, выполняется построение декодированного блока BD_1. Такую операцию выполняют с помощь программного модуля MR_DO реконструкции, представленного на фиг. 6.

В ходе этапа SD6, представленного на фиг. 5, модуль MD_DO декодирования проверяет, является ли декодированный текущий блок последним блоком, идентифицированным в сигнале F.

Если текущий блок представляет собой последний блок в сигнале F, в ходе этапа SD7, представленного на фиг. 5, способ декодирования прекращается.

Если это не так, выполняется выбор следующего блока B_i, предназначенного для декодирования, в соответствии с упомянутым выше порядком растровой развертки при обходе, при последующем приращении этапов SD1 - SD5, для $1 \leq i \leq Z$.

Другой вариант осуществления изобретения будет описан ниже, в основном, со ссылкой на фиг. 5.

Этот другой вариант осуществления отличается от предыдущего исключительно количеством скрытых знаков, которое теперь равно N, где N представляет собой целое число, такое, что $N \geq 2$.

С этой целью, в ходе упомянутого выше этапа SD3, выполняется обычное энтропийное декодирование всех знаков данных списка, Dm_1, за исключением N соответствующих знаков первых нескольких ненулевых данных упомянутого модифицированного списка Dm_1, упомянутые N знаков являются скрытыми.

В этом другом варианте осуществления модуль MTR_DO обработки рассчитывает, в ходе этапа SD4, значение функции f, которое представляет собой модуль 2^N остатка суммы данных списка Dm_1. Предполагается, что в предложенном примере N=2.

Модуль MTR_DO обработки затем выводит из этого конфигурацию двух скрытых знаков, которые назначены, соответственно, для каждых из первых двух ненулевых данных a2 и a3, в соответствии с соглашением, используемым при кодировании.

После реконструкции одного из двух знаков выполняют этапы SD5 - SD7, описанные выше.

Конкретный вариант осуществления способа декодирования, в соответствии с изобретением, будет описан ниже, в котором способ декодирования воплощен в программных или в аппаратных средствах путем модификации декодера, первоначально соответствующего стандарту H.264/MPEG-4 AVC.

Способ декодирования, в соответствии с изобретением, представлен в форме алгоритма, содержащего этапы D1 - D12, показанные на фиг. 7.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения, способ декодирования, в соответствии с изобретением, воплощен в устройстве декодирования или в декодере DO1, таком как представлено на фиг. 8, который может обрабатывать сигнал F', подаваемый кодером CO1 по фиг. 4.

В ходе предварительного этапа, который не представлен на фиг. 7, выполняют идентификацию принятого сигнала F' данных, для областей B'_1 - B'_Z, которые ранее были кодированы кодером CO1. В предпочтительном варианте осуществления, упомянутые области представляют собой блоки, которые имеют квадратную форму, и все имеют одинаковый размер. Как функция размера изображения, которая не обязательно представляет собой кратное размера блоков, последние блоки слева и последние блоки снизу могут не быть квадратными. В альтернативном варианте осуществления блоки могут, например, иметь прямоугольный размер и/или могут не быть выравнены друг с другом.

Каждый блок или макроблок может, кроме этого, сам быть разделен на подблоки, которые сами по себе также могут быть разделены дополнительно.

Такая идентификация выполняется с помощью модуля EX_DO1 программного обеспечения для анализа потока, такого, как представлен на фиг. 8.

В ходе этапа D1, представленного на фиг. 7, модуль EX_DO1 по фиг. 8 выбирает, как текущий блок B'_i, первый блок B'_1, предназначенный для декодирования. Такой

выбор состоит, например, в помещении указателя, для считывания сигнала F' в начале данных первого блока B'_1.

После этого выполняют декодирование каждого из выбранных кодированных блоков.

В примере, представленном на фиг. 7, такое декодирование применяют последовательно для каждого из кодированных блоков B'_1 - B'_Z. Блоки декодируют в соответствии с примером обхода "растровой развертки", как хорошо известно специалисту в данной области техники.

Декодирование, в соответствии с изобретением, осуществляется в программном модуле MD_DO1 декодирования декодера DO1, такого как представлен на фиг. 8.

В ходе этапа D2, представленного на фиг. 7, вначале выполняют энтропийное декодирование первого текущего блока B'_1, который был выбран. Такую операцию выполняют с помощью модуля DE_DO1 энтропийного декодирования, представленного на фиг. 8, например, типа CABAC. В ходе этого этапа модуль DE_DO1 выполняет энтропийное декодирование цифровой информации, соответствующей амплитуде каждого из кодированных коэффициентов списка E_1 или модифицированного списка Em_1. В данный момент, только знаки коэффициентов в списке E_1 или в модифицированном списке Em_1 не будут декодированы.

В ходе выполнения этапа D3, представленного на фиг. 7, выполняется определение количества знаков, которые могли быть скрыты в ходе предыдущего этапа C20 энтропийного кодирования. Такой этап D3 выполняется модулем MTR_DO1 программной обработки, таким как представлено на фиг. 8. Этап D3 аналогичен упомянутому выше этапу C7 определения количества знаков, которые должны быть скрыты.

В предпочтительном варианте воплощения количество скрытых знаков равно единице или нулю. Кроме того, в соответствии с упомянутым предпочтительным вариантом осуществления, скрывают знак первого ненулевого коэффициента. В представленном примере это, поэтому, приводит к положительному знаку коэффициента ε2=+9.

В альтернативном варианте осуществления количество скрытых знаков равно или нулю, или одному, или двум, или трем, или больше.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления этапа D3, в ходе первого подэтапа D31, представленного на фиг. 7, выполняют определение, на основе упомянутого списка E_1 или модифицированного списка Em_1, подсписка, содержащего коэффициенты ε'1, ε'2, …, ε'M, где M<L, который может быть модифицирован при кодировании.

Такое определение выполняют таким же образом, как и на упомянутом выше этапе C7 кодирования.

Аналогично упомянутому выше модулю MTR_CO1 обработки, модуль MTR_DO1 обработки изначально выполнен так, чтобы он не модифицировал:

- нулевой коэффициент или коэффициенты, расположенные перед первым ненулевым коэффициентом,
- и, по причинам сложности расчетов, нулевой коэффициент или коэффициенты, расположенным после последнего ненулевого коэффициента.

В представленном примере, по окончании подэтапа D31, это приводит к подсписку SEm_1 такому, как SEm_1=(9, -6, 0, 0, 1, 0, -1, 2, 0, 0, 1). Следовательно, получают одиннадцать коэффициентов, которые могут быть модифицированы.

В ходе следующего подэтапа D32, представленного на фиг. 7, модуль MTR_DO1 обработки выполняет сравнение количества коэффициентов, которые могут быть модифицированы, с заданным пороговым значением TSIG. В предпочтительном варианте осуществления TSIG равно 4.

Если количество коэффициентов, пригодных для модификации, меньше, чем пороговое значение TSIG, в ходе этапа D4, представленного на фиг. 7, выполняют обычное энтропийное декодирование всех знаков коэффициентов списка E_1. Такое декодирование выполняют с помощью декодера CABAC, который обозначен ссылочным обозначением DE_DO1 на фиг. 8. С этой целью, знак каждого ненулевого коэффициента в списке E_1 подвергают энтропийному декодированию.

Если количество коэффициентов, которые могут быть модифицированы, больше, чем пороговое значение TSIG, в ходе упомянутого этапа D4, выполняют обычное энтропийное декодирование всех знаков коэффициентов списка Em_1, за исключением знака первого ненулевого коэффициента ε2.

В ходе этапа D5, представленного на фиг. 7, модуль MTR_DO1 обработки рассчитывает значение функции f, которое представляет коэффициенты подсписка SEm_1, для определения, является ли расчетное значение четным или нечетным.

В предпочтительном варианте осуществления, где одиночный знак скрыт в сигнале F', функция f представляет собой четность суммы коэффициентов подсписка SEm_1.

В соответствии с соглашением, используемым в кодере CO1, которое является таким же, как и в декодере DO1, четное значение суммы коэффициентов подсписка SEm_1 обозначает, что знак первого ненулевого коэффициента модифицированного списка Em_1 является положительным, в то время, как нечетное значение суммы коэффициентов подсписка SEm_1 обозначает, что знак первого ненулевого коэффициента модифицированного списка Em_1 является отрицательным.

В примерном варианте осуществления, где SEm_1=(+9, -6, 0, 0, +1, 0, -1, +2, 0, 0, +1), общая сумма коэффициентов равна 6 и поэтому является четной. Следовательно, по окончании этапа D5, модуль MTR_DO1 обработки выводит из этого, что скрытый знак первого ненулевого коэффициента ε2 является положительным.

В ходе этапа D6, представленного на фиг. 7, и с помощью всех элементов цифровой информации, реконструированных в ходе этапов D2, D4 и D5, выполняется реконструкция квантованных коэффициентов блока $B'q_1$ в заданном порядке. В представленном примере это приводит к зигзагообразному обходу, обратному зигзагообразному обходу, выполняемому в ходе упомянутого выше этапа C6 кодирования. Такой этап выполняется с помощью считывающего программного модуля ML_DO1, такого, как представлен на фиг. 8. Более точно, модуль ML_DO1 выполняет запись коэффициентов списка E_1 (одномерного) в блок $B'q_1$ (двумерный), используя упомянутый обратный обход в зигзагообразном порядке.

В ходе этапа D7, представленного на фиг. 7, выполняется деквантование квантованного остаточного блока $B'q_1$ в соответствии с обычной операцией деквантования, которая представляет собой операцию, обратную для квантования, выполняемого при кодировании на упомянутом выше этапе C5, для получения декодированного деквантованного блока $BD'q_1$. Такой этап выполняется с использованием программного модуля MDQ_DO1 деквантования, такого, как представлен на фиг. 8.

В ходе этапа D8, представленного на фиг. 7, выполняется обратное преобразование деквантованного блока $BD'q_1$, который представляет собой операцию, обратную для прямого преобразования, выполняемого при кодировании упомянутого выше этапа C4. Затем получают декодированный остаточный блок $BD'r_1$. Такая операция выполняется с помощью программного модуля MTI_DO1 деквантования. такого, как представлен на фиг. 8.

В ходе этапа D9, представленного на фиг. 7, выполняют предиктивное декодирование текущего блока B'_1. Предиктивное декодирование, такое как это, выполняется обычно с помощью известных технологий внутрикадрового и/или межкадрового прогнозирования, в ходе которого блок B'_1 прогнозируют в отношении по меньшей мере одного ранее декодированного блока. Такую операцию выполняют с помощью модуля PRED_DO1 предиктивного декодирования, такого, как представлено на фиг. 8.

Само собой разумеется, что возможны другие режимы внутрикадрового прогнозирования, такие, как предложены в стандарте H.264.

В ходе этого этапа предиктивное декодирование выполняют, используя элементы синтаксиса, декодированные на предыдущем этапе, и содержащие, в частности, тип прогнозирования (межкадровое или внутрикадровое), и, если соответствует, режим внутрикадрового прогнозирования, тип разделения блока или макроблока, если последний был подразделен, индекс опорного изображения и вектор смещения, используемый в режиме межкадрового прогнозирования.

Упомянутый выше этап предиктивного декодирования позволяет построить прогнозированный блок $B'p_1$.

В ходе этапа D10, представленного на фиг. 7, выполняется построение декодированного блока BD'_1, путем добавления декодированного остаточного блока $BD'r_1$ к прогнозированному блоку $B'p_1$. Такую операцию выполняют с помощью модуля MR_DO1 программного обеспечения реконструкции, представленного на фиг. 8.

В ходе этапа D11, представленного на фиг. 7, модуль MD_DO1 декодирования тестирует, является ли декодированный текущий блок последним блоком, идентифицированным в сигнале F'.

Если текущий блок представляет собой последний блок сигнала F', в ходе этапа D12, представленного на фиг. 7, способ декодирования прекращается.

Если это не так, выполняется выбор следующего блока B'_i, который должен быть декодирован, в соответствии с упомянутым выше порядком растровой развертки в поперечном направлении, путем итерационных этапов D1 - D10, для $1 \leq i \leq Z$.

Другой вариант осуществления изобретения будет описан ниже, в основном, со ссылкой на фиг. 7.

Такой другой вариант осуществления отличается от предыдущего исключительно количеством скрытых коэффициентов, которые равны либо 0, или N, причем N представляет собой целое число, такое, как $N \geq 2$.

С этой целью, упомянутый выше подэтап D32 сравнения заменяют подэтапом D32a, представленным пунктиром на фиг. 7, в ходе которого выполняется сравнение количества коэффициентов, которые могут быть модифицированы с рядом заданных пороговых значений 0<TSIG_1<TSIG_2<TSIG_3 …, таким образом, что, если количество упомянутых коэффициентов находится между TSIG_N и TSIG_N+1, может быть скрыто N знаков.

Если количество упомянутых коэффициентов меньше, чем первое пороговое значение TSIG_1, в ходе упомянутого выше этапа D4 выполняется обычное энтропийное декодирование всех знаков коэффициентов списка E_1. С этой целью, знак каждого ненулевого коэффициента списка E_1 подвергают энтропийному декодированию.

Если количество упомянутых коэффициентов находится между порогом TSIG_N и TSIG_N+1, в ходе упомянутого выше этапа D4 выполняют обычное энтропийное декодирование всех знаков коэффициентов списка E_1, за исключением N соответствующих знаков первых ненулевых коэффициентов упомянутого модифицированного списка Em_1, при этом упомянутые N знаков скрыты.

В этом, другом варианте осуществления, модуль MTR_DO1 обработки рассчитывает, в ходе этапа D5, значение функции f, которая представляет собой модуль 2^N остатка суммы коэффициентов подсписка SEm_1. Предполагается, что в представленном примере N=2.

Модуль MTR_DO1 обработки затем выводит из них конфигурации двух скрытых знаков, которые, соответственно, выделены для каждого из первых двух ненулевых коэффициентов ε2 и ε3, в соответствии с соглашением, принятым при кодировании.

После реконструкции этих двух знаков, выполняют описанные выше этапы D6 - D12.

Само собой разумеется, что варианты осуществления, которые были описаны выше, были представлены исключительно в качестве представления и, никоим образом, не являются ограничительными, и что различные модификации могут быть легко выполнены специалистом в данной области техники, однако, без выхода за пределы объема изобретения.

Таким образом, например, в соответствии с упрощенным вариантом осуществления относительно того, что представлено на фиг. 4, кодер CO1 может быть выполнен так, чтобы он срывал по меньшей мере N' заданных знаков, при $N' \geq 1$, либо вместо нуля, или единицы, или N заданных знаков. В этом случае, этап C72 или C72a сравнения мог бы быть исключен. Соответствующим образом, в соответствии с упрощенным вариантом осуществления относительно того, что представлено на фиг. 8, декодер DO1 мог бы быть выполнен с возможностью реконструкции N' заданных знаков либо вместо нуля, или вместо единицы, или N заданных знаков. В этом случае, этап D32 или D32a сравнения мог бы быть исключен. Кроме того, критерий определения, применяемый на этапе C72 кодирования и на этапе D32 декодирования, мог бы быть заменен другим типом критерия.

С этой целью, вместо сравнения с пороговым значением количества модифицированных коэффициентов или количества коэффициентов, которые могли бы быть модифицированы, модуль MTR_CO1 или MTR_DO1 обработки мог бы применять критерий определения, который, соответственно, зависит от суммы амплитуд коэффициентов, которые могут быть модифицированы или которые пригодны для модификации, или либо количество нулей, представляют коэффициенты, которые могут быть модифицированы или которые пригодны для модификации.

(57) Формула изобретения

1. Способ для кодирования сигнала данных с поддержкой сокрытия данных знака, представляющего по меньшей мере одно изображение, разделенное на разделы, причем способ содержит этапы, на которых:

устанавливают раздел изображения, содержащий набор коэффициентов;

идентифицируют первый ненулевой коэффициент в упомянутом наборе

коэффициентов;

идентифицируют последний ненулевой коэффициент в упомянутом наборе коэффициентов;

определяют число коэффициентов от упомянутого первого ненулевого коэффициента до упомянутого последнего ненулевого коэффициента, в том числе упомянутый первый и упомянутый последний ненулевые коэффициенты; и

в ответ на определение, что упомянутое число больше 4:

вычисляют сумму информации амплитуд ненулевых коэффициентов в упомянутом наборе коэффициентов;

вычисляют, с использованием суммы информации амплитуд ненулевых коэффициентов, данные контроля четности;

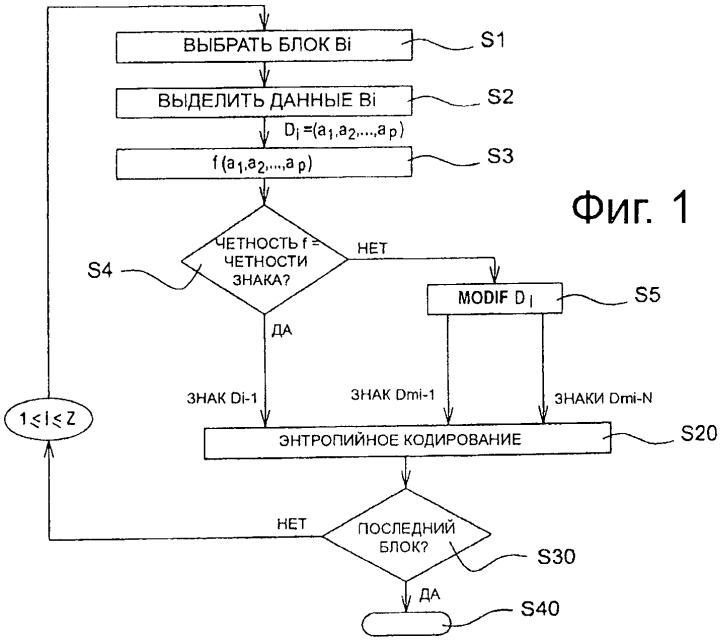
выбирают некоторый конкретный ненулевой коэффициент, подлежащий кодированию в битовый поток без бита знака;

когда контроль четности указывает четность и знак упомянутого конкретного ненулевого коэффициента является отрицательным, модифицируют коэффициент между упомянутым первым и упомянутым последним ненулевым коэффициентом; и

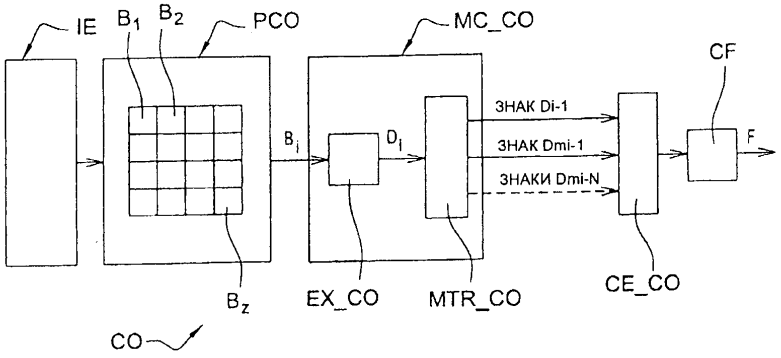
передают модифицированный набор коэффициентов.

2. Считываемый компьютером носитель, хранящий инструкции для выполнения способа по п. 1.

1

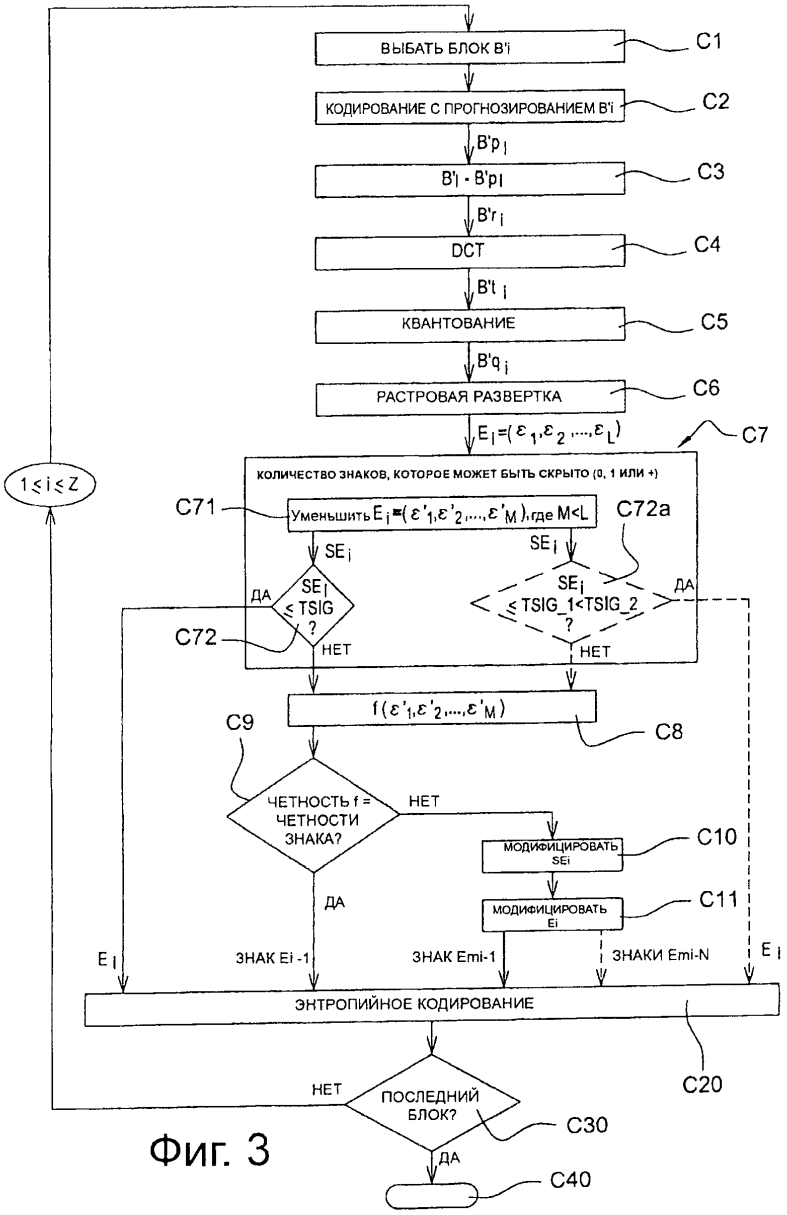

ВЫБРАТЬ БЛОК Bi
S1
ВЫДЕЛИТЬ ДАННЫЕ Bi
S2
Di =(a1,a2,...,ap)
f (a1,a2,...,ap)
S3
ЧЕТНОСТЬ f = ЧЕТНОСТИ ЗНАКА?
S4
НЕТ
MODIF Di
S5
ДА
ЗНАК Di-1
ЗНАК Dmi-1
ЗНАКИ Dmi-N
1≤I≤Z
ЭНТРОПИЙНОЕ КОДИРОВАНИЕ
S20
НЕТ
ПОСЛЕДНИЙ БЛОК?
S30
ДА
S40

Фиг. 1


IE
B1
B2
PCO
MC_CO
CF
Bi
Di
ЗНАК Di-1
ЗНАК Dmi-1
ЗНАКИ Dmi-N
F
Bz
EX_CO
MTR_CO
CE_CO
CO

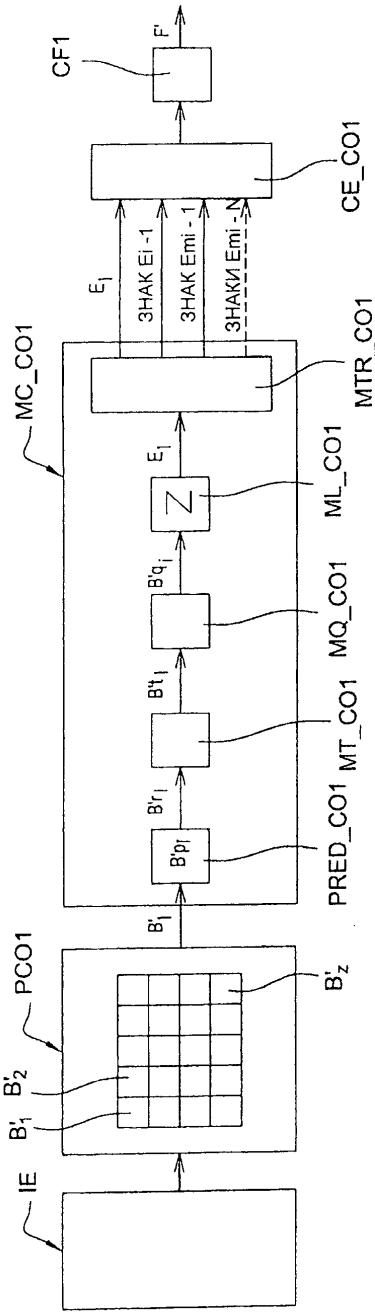
Фиг. 2

2


1≤i≤Z
ВЫБАТЬ БЛОК B'i
C1
КОДИРОВАНИЕ С ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ B'i
C2
B'p i
B'i - B'pi
C3
B'r i
DCT
C4
B't i
КВАНТОВАНИЕ
C5
B'q i
РАСТРОВАЯ РАЗВЕРТКА
C6
Ei=(ε1,ε2,...,εL)
C7
КОЛИЧЕСТВО ЗНАКОВ, КОТОРОЕ МОЖЕТ БЫТЬ СКРЫТО (0, 1 ИЛИ +)
C71
Уменьшить Ei=(ε'1,ε'2,...,ε'M),где M<L
C72a
SEi
SEi
ДА
SEi ≤ TSIG ?
C72
НЕТ
SEi ≤ TSIG_1<TSIG_2 ?
ДА
НЕТ
f(ε'1,ε'2,...,ε'M)
C8
C9
ЧЕТНОСТЬ f = ЧЕТНОСТИ ЗНАКА?
НЕТ
МОДИФИЦИРОВАТЬ SEi
C10
МОДИФИЦИРОВАТЬ Ei
C11
ДА
Ei
ЗНАК Ei-1
ЗНАК Emi-1
ЗНАКИ Emi-N
Ei
ЭНТРОПИЙНОЕ КОДИРОВАНИЕ
C20
НЕТ
ПОСЛЕДНИЙ БЛОК?
C30
ДА
C40

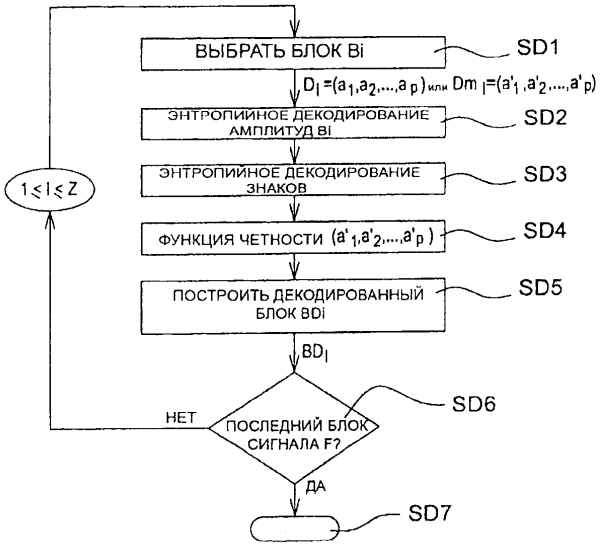
Фиг. 3

3

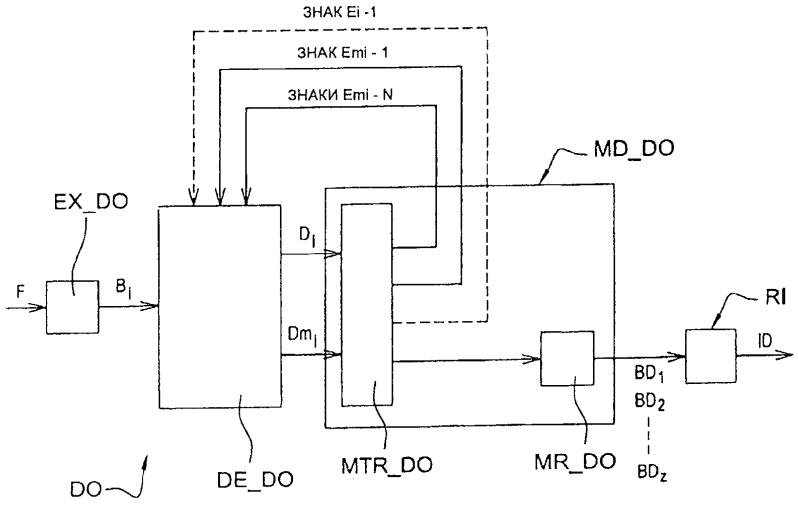

IE
PCO1
B'1
B'2
B'z
B'1
PRED_CO1
B'p1
MT_CO1
B't1
MQ_CO1
B'q1
ML_CO1
E1
MTR_CO1
MC_CO1
E1
ЗНАК Ei -1
ЗНАК Emi - 1
ЗНАКИ Emi -N
CE_CO1
CF1
F'
CO1

Фиг. 4

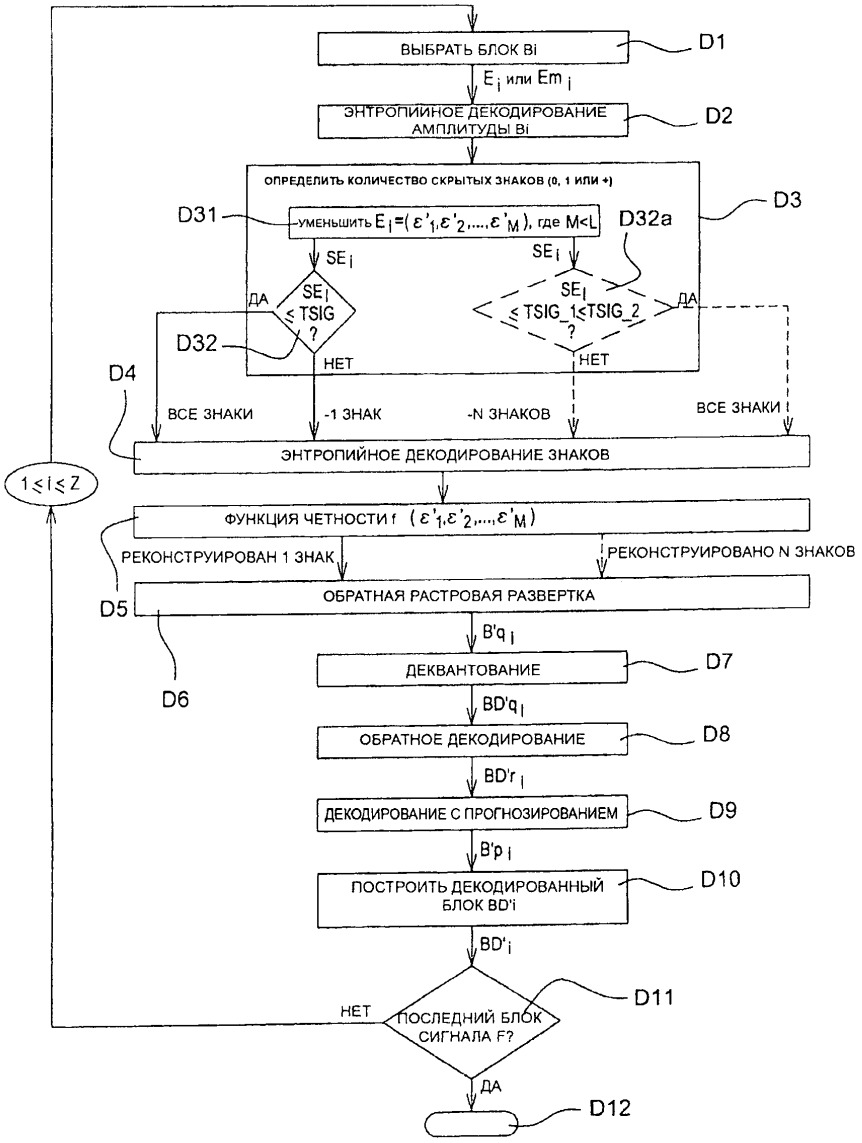
4


ВЫБРАТЬ БЛОК Bi
SD1
$D_I=(a_1,a_2,...,a_p)$ или $Dm_I=(a'_1,a'_2,...,a'_p)$
ЭНТРОПИЙНОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ АМПЛИТУД Bi
SD2
ЭНТРОПИЙНОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ ЗНАКОВ
SD3
ФУНКЦИЯ ЧЕТНОСТИ $(a'_1,a'_2,...,a'_p)$
SD4
ПОСТРОИТЬ ДЕКОДИРОВАННЫЙ БЛОК BDi
SD5
BD_I
ПОСЛЕДНИЙ БЛОК СИГНАЛА F?
SD6
НЕТ
ДА
SD7
$1 \le I \le Z$

Фиг. 5

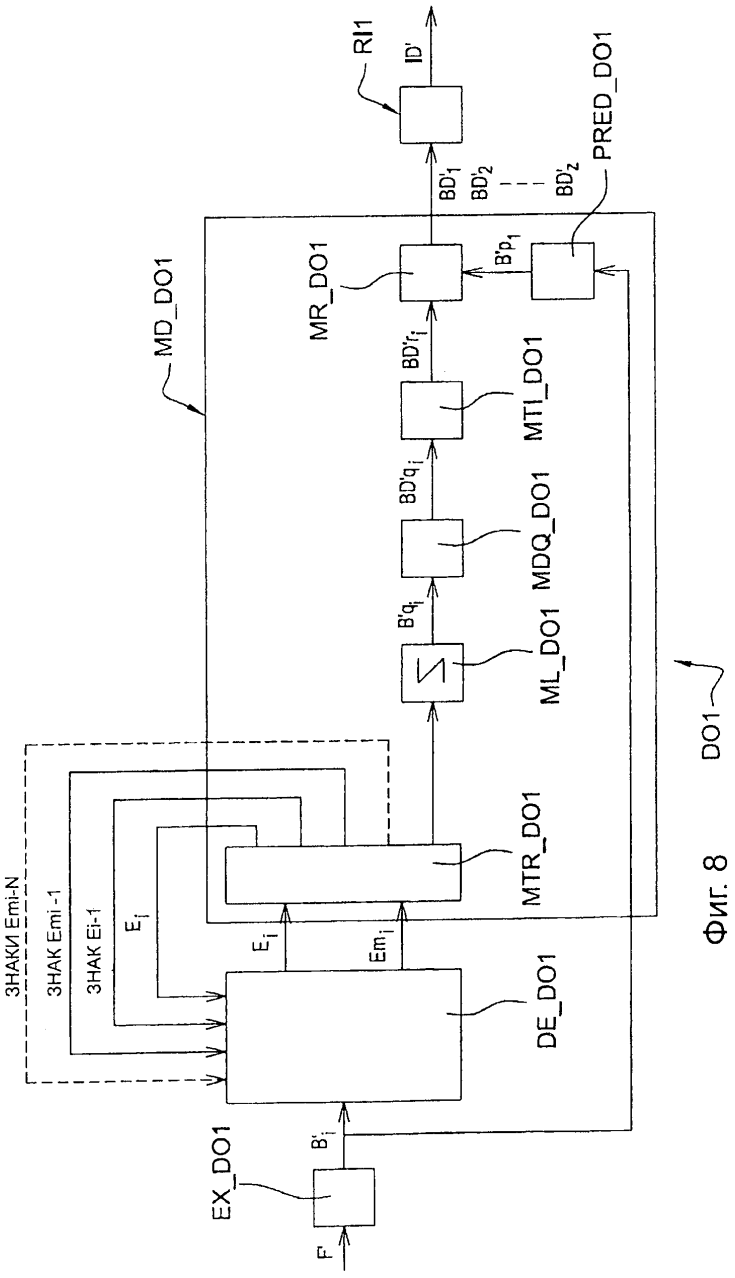

ЗНАК Ei -1
ЗНАК Emi - 1
ЗНАКИ Emi - N
MD_DO
EX_DO
F
B_I
D_I
Dm_I
RI
ID
BD_1
BD_2
BD_z
DO
DE_DO
MTR_DO
MR_DO

Фиг. 6


ВЫБРАТЬ БЛОК Bi
D1
E i или Em i
ЭНТРОПИЙНОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ АМПЛИТУДЫ Bi
D2
ОПРЕДЕЛИТЬ КОЛИЧЕСТВО СКРЫТЫХ ЗНАКОВ (0, 1 или +)
D3
D31
УМЕНЬШИТЬ E i=(ε'1,ε'2,....,ε'M), где M<L
D32a
SE i
SE i
ДА
SE i ≤ TSIG ?
D32
НЕТ
SE i ≤ TSIG_1≤TSIG_2 ?
ДА
НЕТ
D4
ВСЕ ЗНАКИ
-1 ЗНАК
-N ЗНАКОВ
ВСЕ ЗНАКИ
ЭНТРОПИЙНОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ ЗНАКОВ
1≤i≤Z
ФУНКЦИЯ ЧЕТНОСТИ f (ε'1,ε'2,....,ε'M)
РЕКОНСТРУИРОВАН 1 ЗНАК
РЕКОНСТРУИРОВАНО N ЗНАКОВ
D5
ОБРАТНАЯ РАСТРОВАЯ РАЗВЕРТКА
B'q i
D6
ДЕКВАНТОВАНИЕ
D7
BD'q i
ОБРАТНОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ
D8
BD'r i
ДЕКОДИРОВАНИЕ С ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ
D9
B'p i
ПОСТРОИТЬ ДЕКОДИРОВАННЫЙ БЛОК BD'i
D10
BD'i
НЕТ
ПОСЛЕДНИЙ БЛОК СИГНАЛА F?
D11
ДА
D12

Фиг. 7

6


RI1
ID'
BD'1
BD'2
BD'2
PRED_DO1
MD_DO1
MR_DO1
Bp1
BD'ri
MTI_DO1
BD'qi
MDQ_DO1
B'qi
ML_DO1
MTR_DO1
DO1
ЗНАКИ Emi-N
ЗНАК Emi -1
ЗНАК Ei-1
Ei
Ei
Emi
DE_DO1
B'i
EX_DO1
F'

Фиг. 8