

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045634**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.12.13

(51) Int. Cl. *H04N 19/51* (2014.01)
H04N 19/593 (2014.01)

(21) Номер заявки
202191670

(22) Дата подачи заявки
2019.12.10

(54) **КОДИРОВАНИЕ ВИДЕО И ДЕКОДИРОВАНИЕ ВИДЕО**

(31) **1820459.4**

(56) WO-A1-2017189048
US-B1-9609343
US-A1-2017251213
EP-A1-3217663

(32) **2018.12.14**

(33) **GB**

(43) **2021.09.28**

(86) **PCT/GB2019/053489**

(87) **WO 2020/120948 2020.06.18**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**БРИТИШ БРОДКАСТИНГ
КОРПОРЕЙШН (GB)**

(72) Изобретатель:
**Блази Саверно, Диас Андре Сеиксас,
Кулупана Госала (GB)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Эффективное предсказание выборок в блоке в кодере и декодере видео посредством вычисления как интер-предсказанной гипотезы предсказания, так и интра-предсказанной гипотезы предсказания. Две гипотезы предсказания затем комбинируются вместе посредством параметрического преобразования для формирования новой гипотезы предсказания, которая может быть более точной в предсказании содержимого исходного блока.

045634

B1

045634
B1

Область техники

Изобретение относится к кодированию видео и декодированию видео.

Предшествующий уровень техники

Сжатие видео обеспечивает возможности уменьшения полезной нагрузки в канале передачи. Известные стандарты кодирования видео позволяют передавать данные битового потока, определяющие видео, так что приемник битового потока способен декодировать битовый поток таким образом, чтобы сформировать декодированное видео, которое, по существу, точно представляет исходное видео, из которого был получен закодированный битовый поток.

Ранние стандарты кодирования видео были разработаны в расчете на воспроизведение видео на оборудовании, где восстановление с относительно низким или средним качеством является приемлемым. Это включает в себя портативные устройства или персональные вычислительные устройства. В большой степени, приемлемость конкретных уровней качества в значительной степени определяется потребностями пользователя в зависимости от возможностей оборудования воспроизведения.

По мере того как приемное оборудование совершенствуется по качеству и функциональным возможностям, повышаются и потребности пользователя в более высококачественном воспроизведении исходного видео. Таким образом, техническая задача заключается в обеспечении возможности воспроизведения видео на проигрывателе с более высоким качеством, чем было реализовано до сих пор.

Описание чертежей

Фиг. 1 является иллюстративным примером кадра, подлежащего кодированию, передаче и декодированию посредством вариантов осуществления, раскрытых в настоящем документе.

Фиг. 2 является иллюстративным примером опорного кадра, на основе которого должен кодироваться кадр, показанный на фиг. 1.

Фиг. 3 является иллюстративным примером блока кадра согласно фиг. 1, подлежащего кодированию, передаче и декодированию посредством вариантов осуществления, раскрытых в настоящем документе.

Фиг. 4 является иллюстративным примером кандидата интер-предсказания для блока на фиг. 3.

Фиг. 5 является иллюстративным примером кандидата интра-предсказания для блока на фиг. 3.

Фиг. 6 является схематичным представлением сети связи в соответствии с вариантом осуществления.

Фиг. 7 является схематичным представлением излучателя (передатчика) сети связи согласно фиг. 6.

Фиг. 8 является схемой, иллюстрирующей кодер, реализованный в излучателе согласно фиг. 7.

Фиг. 9 является блок-схемой процесса предсказания, выполняемого в модуле предсказания кодера согласно фиг. 8.

Фиг. 10 является схематичным представлением приемника сети связи согласно фиг. 6.

Фиг. 11 является схемой, иллюстрирующей декодер, реализованный в приемнике согласно фиг. 10;

и

Фиг. 12 является блок-схемой процесса предсказания, выполняемого модулем предсказания декодера согласно фиг. 8.

Описание вариантов осуществления

В общих чертах, варианты осуществления, раскрытые в настоящем документе, обеспечивают эффективное предсказание выборок в блоке в кодере и декодере видео посредством вычисления как интер-предсказанной гипотезы предсказания, так и интра-предсказанной гипотезы предсказания. Две гипотезы предсказания затем комбинируются вместе посредством параметрического преобразования для формирования новой гипотезы предсказания, которая может быть более точной в предсказании содержимого исходного блока. Информация может предоставляться в декодер для обеспечения возможности определения параметрического преобразования для использования.

Согласно одному варианту осуществления, способ кодирования блока пикселей в изображении последовательного множества изображений содержит:

вычисление набора кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения для блока пикселей на основе опорного изображения в последовательном множестве изображений;

вычисление набора кандидатов интра-предсказания для блока пикселей на основе предопределенного набора режимов интра-предсказания;

компоновку набора комбинаций упомянутых кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения и кандидатов интра-предсказания;

определение, для множества наборов параметров, причем каждый набор параметров конфигурирует параметрическое преобразование одного из кандидата интерпредсказания с компенсацией движения и одного из кандидатов интра-предсказания, комбинированного предсказания для каждой комбинации упомянутых кандидатов интерпредсказания с компенсацией движения и кандидатов интра-предсказания;

оценивание каждого комбинированного предсказания относительно измерения;

выбор одного из комбинированных предсказаний на основе измерения в качестве кодирования блока пикселей.

Другой вариант осуществления обеспечивает кодер, сконфигурированный для выполнения выше-

описанного процесса кодирования. Кодер может быть включен в подходящее устройство обработки сигналов.

Согласно другому варианту осуществления, способ декодирования битового потока содержит:

извлечение из битового потока информации конфигурации предиктора движения и, на основе информации конфигурации предиктора движения, вычисление одного или более кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения для блока выборок;

извлечение из битового потока информации конфигурации интра-предсказания и, на основе информации конфигурации интра-предсказания, вычисление одного или более кандидатов интра-предсказания, при этом кандидаты интра-предсказания получены посредством процесса интра-предсказания для блока выборок;

извлечение из битового потока информации конфигурации параметрического преобразования, обеспечивающей возможность определения параметров для параметрического преобразования одного или более кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения и одного или более кандидатов интра-предсказания;

определение параметров параметрического преобразования на основе информации конфигурации параметрического преобразования; и

вычисление комбинированного преобразованного предсказания для упомянутого блока выборок посредством параметрического преобразования одного или более кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения и одного или более кандидатов интра-предсказания, причем параметрическое преобразование управляется параметрами параметрического преобразования.

Другой вариант осуществления обеспечивает декодер, сконфигурированный для выполнения вышеописанного процесса декодирования. Декодер может быть включен в подходящее устройство приема сигналов.

Другой вариант осуществления предоставляет компьютерный программный продукт, содержащий исполняемые компьютером инструкции, действующие для конфигурирования компьютерного устройства для выполнения способа, как описано выше.

Как будет понятно читающему, представление видео обычно содержит множество кадров, для последовательного отображения на оборудовании воспроизведения. Различные стратегии используются для уменьшения объема данных, требуемых для описания каждого кадра по очереди в битовом потоке, передаваемом по каналу связи от излучателя (передатчика) к приемнику. Как будет понятно, излучатель будет содержать кодер для кодирования данных кадра в битовый поток, а приемник будет содержать декодер для генерации данных кадра на основе информации, содержащейся в битовом потоке.

В вариантах осуществления настоящего раскрытия, каждый кадр представления видео разбит на блоки. В кодере, содержимое блока предсказывается на основании ранее сжатого содержимого. Это предсказание блока вычитается из фактического блока, приводя в результате к набору остаточных разностей (остатков). В одном варианте осуществления, остаточные данные могут быть закодированы с использованием преобразования в частотную область. Однако должно быть понятно, что преобразование данных из временной области в частотную область может быть специфическим для некоторых реализаций и не является существенным для выполнения раскрытых вариантов осуществления.

Остатки, будь то преобразованные или нет, могут быть затем масштабированы для обеспечения дальнейшей обработки.

Квантованные остатки затем кодируются с использованием энтропийного кодера в набор коэффициентов, которые помещаются в битовый поток с предсказанием блока. Различные технические стандарты обычно определяют структуру сигнала для битового потока и синтаксис для организации информации наряду с идентификацией предсказания блока, так что декодер может надежно извлечь коэффициенты для декодирования.

Декодер сконфигурирован, чтобы принимать битовый поток. В общем, декодер сконфигурирован, чтобы ожидать битовый поток, организованный в соответствии с предопределенной синтаксической структурой, так что данные могут быть извлечены предсказуемо и надежно. Такая синтаксическая структура может быть совместно согласованной, например, в соответствии с техническим стандартом. Альтернативно, синтаксическая структура может быть определена конкретным изготовителем или другим участником.

Декодер согласно варианту осуществления извлекает коэффициенты из битового потока. Эти коэффициенты декодируются для получения декодированных данных. Декодированные данные затем обратно квантуются. Может существовать опция, чтобы специфицировать, следует ли или нет использовать преобразование области на принятом битовом потоке. Если преобразование области специфицировано, то обратно квантованные данные обратно преобразуются для получения восстановленных остатков. Информация о том, как вычислять блок предсказания, также извлекается из битового потока и декодируется; затем она используется для формирования блока предсказания с использованием ранее восстановленных данных. Восстановленные остатки затем суммируются со сформированным блоком предсказания для получения восстановленного блока.

Должно быть понятно, что, в начале передачи, может потребоваться передать полный блок данных,

представляющий полный кадр представления видео, без обращения к любому другому кадру. Все последующие основанные на предсказании данные затем могут быть получены из начальных условий, установленных таким опорным кадром. Опорные кадры могут быть постоянными для кодирования и декодирования всего представления видео, или могут быть обновляемыми. Например, изменение сцены может предписывать обновление опорного кадра, поскольку кадры новой сцены могут иметь мало сходства или не напоминать ранее установленный опорный кадр. Даже в пределах сцены, кадры могут различаться в достаточной степени, уменьшая эффективность кодирования относительно опорного кадра по сравнению с кодированием и передачей обновленного опорного кадра.

Следует отметить, что опорный кадр, для конкретного рассматриваемого кадра, не обязательно должен быть перед рассматриваемым кадром в последовательности представления видео. Опорный кадр может быть в будущем относительно рассматриваемого кадра.

Опорные кадры могут быть сжаты и переданы отдельно от кодированных параметров, из которых могут быть сформированы предсказания. Опорные кадры могут быть проиндексированы, так что опорный кадр, подлежащий использованию в формировании конкретного блока предсказания, может быть указан в битовом потоке.

Варианты осуществления, описанные в настоящем документе, относятся к процессу формирования блока предсказания. В традиционных схемах кодирования видео используются интра-предсказание или интер-предсказание. Способы интра-предсказания включают в себя вычисление предсказания с использованием ранее сжатого содержимого, извлеченного из того же самого кадра, что и текущий предсказываемый блок. Напротив, способы интер-предсказания включают в себя предсказание содержимого блока исходных выборок с использованием ранее сжатых частей сигнала видео, извлеченного из ранее сжатых кадров.

Система обозначений, используемая для описания разбиений кадров, разнообразна. Например, в HEVC, термин "слайс" используется для описания разбиения кадра - слайс может содержать множество блоков. Терминология, используемая для описания разбиений кадров в настоящем раскрытии, не подразумевает конкретную применимость настоящих вариантов осуществления к конкретной стандартизированной технологии и не предполагает исключения из применимости к другой стандартизированной технологии с использованием других терминов для аналогичных концепций.

В общих чертах, аспекты настоящего раскрытия относятся к способу эффективного предсказания выборок в пределах блока в кодере и декодере видео посредством вычисления как интер-предсказанной гипотезы предсказания, так и интра-предсказанной гипотезы предсказания. Две гипотезы предсказания затем комбинируются вместе для формирования новой гипотезы предсказания, которая может быть более точной в предсказании содержимого исходного блока.

Вариант осуществления предусматривает способ комбинирования двух гипотез предсказания, на основе алгоритма комбинирования. Алгоритм комбинирования может быть предварительно установлен в приемнике. Алгоритм комбинирования может быть специфицирован с использованием информации, передаваемой в приемник. Приемник может хранить библиотеку алгоритмов комбинирования и может выбирать и использовать один из этих сохраненных алгоритмов на основе информации, извлеченной из принятого битового потока.

Одним из подходов к комбинированию с помощью алгоритма комбинирования является использование взвешенного среднего. Это может быть взвешенным арифметическим средним двух гипотез предсказания. Веса, которые должны использоваться во взвешенном среднем, могут быть предварительно установлены, или параметры могут передаваться в битовом потоке в приемник для обеспечения возможности вычисления, определения или выбора весов, которые должны использоваться.

В варианте осуществления, информация в битовом потоке может содержать значения весов, которые должны использоваться во взвешенном среднем.

В одном варианте осуществления, информация в битовом потоке может содержать параметр выбора веса, на основе которого приемник может реагировать для выбора конкретного одного из множества предварительно сохраненных весов. Должно быть понятно, что, для взвешенного арифметического среднего двух гипотез предсказания, одно значение веса достаточно для описания алгоритма комбинирования, при этом одна из двух гипотез будет умножаться на заданный вес w , а другая из гипотез будет умножаться на комплементарный вес $(1-w)$. Могут быть реализованы другие алгоритмы. В случае, когда используется более двух гипотез предсказания, и необходимо их комбинировать, может задаваться больше весов для обеспечения возможности взвешенного комбинирования.

Могут быть заданы алгоритмы комбинирования на основе другого фактора. Например, может быть задана функция, отличная от взвешенного среднего, для которой коэффициенты могут задаваться в битовом потоке, и приниматься и извлекаться в приемнике. Например, линейная или квадратичная функция может использоваться для интерполяции значений во множестве гипотез предсказания. Коэффициенты линейной или квадратичной функции могут быть вычислены, выбраны или определены на основе информации, извлеченной из битового потока.

В битовом потоке может быть предоставлен параметр для извлечения и использования в приемнике, задающий, должен ли или нет использоваться конкретный алгоритм. В случае, когда два алгоритма

комбинирования заданы как доступные для использования в приемнике, такой параметр может быть булевым.

В частности, вариант осуществления обеспечивает механизм, используемый для вычисления предсказания с компенсацией движения. Предсказание с компенсацией движения представляет собой метод, использованный до сих пор в многочисленных технологиях, таких как MPEG, который предоставляет декодеру определенную "информацию движения". В общих чертах, предсказание с компенсацией движения содержит определение разности между текущим кадром и опорным кадром, в терминах трансформации от опорного кадра к текущему кадру. Если текущий кадр и опорный кадр были, например, захвачены стационарной камерой сцены, в которой никакие объекты не перемещались (но, например, эффекты освещения могли изменяться с течением времени), простое вычитание опорного кадра из текущего кадра обеспечивает эффективную основу для сжатия. Однако, если точка обзора, в которой установлена камера, перемещается между опорным кадром и текущим кадром, и/или объекты в просматриваемой сцене перемещались, то простое вычитание недостаточно для эффективного описания разности. В таком случае, векторы движения должны использоваться для описания трансформации между текущим кадром и опорным кадром.

В случае, когда только объект перемещался в сцене, но фон сцены остался неизменным, целесообразным является рассмотрение разбиения, например блока, кадра. В таком случае трансформация между блоком текущего кадра и блоком опорного кадра может быть описана просто как перенос (поступательное движение), т.е. сдвиг, который может быть выражен как вектор движения.

Эта информация движения проявляется как векторы движения и индекс опорного кадра. Такая информация сжимается и включается в битовый поток. Для того чтобы сжать информацию движения, можно использовать различные методы. Например, при использовании предсказания объединения (слияния), декодер вычисляет набор кандидатов, а именно, набор гипотез, построенных с использованием информации движения, извлеченной из соседних блоков. Тогда сигнализируется индекс, чтобы определить корректную гипотезу для текущего блока. Это позволяет декодеру выполнять компенсацию движения, в то же время требуя очень малого количества битов для сжатия необходимой информации движения.

Варианты осуществления, описанные в настоящем документе, относятся к способу декодирования битового потока, несущего информацию для восстановления множества кадров содержимого видео, причем каждый кадр состоит из одного или более блоков, при этом способ содержит вычисление предсказания блока посредством вычисления множества различных вычисленных кандидатов предсказания и комбинирование кандидатов для получения комбинированного предсказания.

В одном варианте осуществления, множество кандидатов предсказания может содержать один кандидат, вычисленный посредством интер-предсказания, и один кандидат, вычисленный посредством интра-предсказания. В одном варианте осуществления, кандидаты могут комбинироваться посредством параметрического преобразования. В одном варианте осуществления, параметрическое преобразование может содержать взвешенное предсказание, характеризующееся одним или более весами. В одном варианте осуществления, вес или веса могут быть извлечены из битового потока. В одном варианте осуществления, вес или веса могут быть вычислены, определены или выбраны на основе коэффициентов или параметров, извлеченных из битового потока.

Должно быть понятно, что реализации как интра-, так и интер-предсказания достигают удовлетворительных результатов в схемах сжатия видео. Однако могут возникнуть обстоятельства, в которых использование единственного процесса предсказания для предсказания всех выборок в блоке может не быть идеальным.

Например, теперь будет исследован случай объекта, движущегося на статическом фоне. От кадра к кадру, объект будет представлен в последовательно различных положениях на фоне. В случае, когда объект не может быть сегментирован с использованием схемы разбиения при использовании в кодеке видео, существующие способы предсказания не смогут точно предсказывать содержимое текущего блока. Использование интер-предсказания приведет к кандидату предсказания, который содержит точное предсказание движущегося объекта, но не фона. Напротив, использование методов интра-предсказания может привести к удовлетворительному предсказанию фона, но не деталей объекта в блоке.

Следует отметить, что то, что составляет удовлетворительный результат декодирования, зависит от ожиданий пользователя. Объективные стандарты, измеряющие точность воспроизведения кодированных изображений, могут быть установлены, например, на основе объективной метрики искажения. Однако, в сочетании с этим, внимание может быть уделено общему субъективному впечатлению от пользователя, что конкретное декодирование дает визуально удовлетворительные результаты.

Пример этого сценария показан на фиг. 1 и 2. На фиг. 1 показан текущий кадр, подлежащий кодированию, в то время как на фиг. 2 показан опорный кадр. Фиг. 3 иллюстрирует блок текущего кадра из фиг. 1, для которого должно генерироваться предсказание. На фиг. 4 показан кандидат интра-предсказания, в то время как на фиг. 5 показан кандидат интер-предсказания. Очевидно, что ни один кандидат предсказания не является точным представлением содержимого текущего блока, как показано на фиг. 4.

Таким образом, вариант осуществления, описанный в данном документе, формирует новое предска-

знание, полученное путем комбинирования двух гипотез, как потенциально лучше подходящее для предсказания исходного содержимого.

Однако следует отметить, что простое выполнение усреднения каждой выборки может также не быть идеальным. В зависимости от точности либо интра-, либо интер-предсказания, может быть много случаев, в которых одно из двух предсказаний может лучше подходить для представления содержимого текущего блока, но другое предсказание все еще может предоставлять некоторую отсутствующую информацию, которая улучшила бы процесс предсказания. В таких случаях, выполнение взвешенного предсказания двух кандидатов имеет потенциальное преимущество. Путем соответствующего выбора весов для выполнения взвешенного предсказания, может быть получено лучшее комбинированное предсказание.

Вариант осуществления, описанный здесь, использует фиксированный набор весов. Веса доступны в справочных таблицах, где различные веса могут использоваться для блоков с различными характеристиками, такими как размер блока, или в зависимости от другой доступной информации. Справочные таблицы могут быть предоставлены заранее для кодеров и декодеров, сконфигурированных соответствующим образом. Альтернативно, справочные таблицы могут быть переданы от кодера к декодеру либо как часть передачи закодированного видео, либо как предшествующая передача конфигурации.

Затем из битового потока декодируется индекс для извлечения корректного элемента из справочной таблицы, так что корректный набор весов может быть выбран и использован при выполнении предсказания.

В другом варианте осуществления, вместо того, чтобы передавать индекс для элемента (записи) LUT, вес или веса могут быть непосредственно извлечены из битового потока.

На фиг. 6 иллюстрируется структура, содержащая схематично показанную сеть 10 передачи видео, в которой излучатель (передатчик) 20 и приемник 30 осуществляют связь по каналу 40 связи. На практике, канал 40 связи может содержать спутниковый канал связи, кабельную сеть, наземную сеть радиовещания, канал связи, реализованный на основе POTS, например, используемый для предоставления Интернет-услуг для домашних помещений и помещений малого бизнеса, волоконно-оптические системы связи или комбинации любых из вышеупомянутых и любых других возможных сред связи.

Кроме того, раскрытие также распространяется на связь, посредством физического переноса, носителя хранения, на котором хранится машиночитаемая запись закодированного битового потока, для прохождения к соответственно сконфигурированному приемнику, способному считывать носитель и получать из него битовый поток. Примером этого является предоставление цифрового универсального диска (DVD) или его эквивалента. Последующее описание фокусируется на передаче сигнала, например с помощью несущей электронного или электромагнитного сигнала, но не должно интерпретироваться как исключающее вышеупомянутый подход с использованием носителей хранения.

Как показано на фиг. 7, излучатель 20 представляет собой компьютерное устройство по своей структуре и функции. Он может совместно использовать, с вычислительным устройством общего назначения, определенные признаки, но некоторые признаки могут быть специфичными в реализации, учитывая специализированную функцию, для которой должен быть установлен излучатель 20. Должно быть понятно, какие признаки могут относиться к типу общего назначения, а какие может потребоваться сконфигурировать специально для использования в излучателе (передатчике) видео.

Таким образом, излучатель 20 содержит блок 202 обработки графики, сконфигурированный для специального использования в обработке графики и аналогичных операциях. Излучатель 20 также содержит один или несколько других процессоров 204, которые либо в общем случае предусмотрены, либо сконфигурированы для других целей, таких как математические операции, обработка аудио, управление каналом связи и так далее.

Интерфейс 206 ввода обеспечивает средство для приема действий пользовательского ввода. Такие действия пользовательского ввода могут, например, быть вызваны взаимодействием пользователя с конкретным устройством ввода, включая одну или более кнопок управления и/или переключателей, клавиатуру, мышь или другое указательное устройство, блок распознавания речи, приводимый в действие для приема и преобразования речи в управляющие команды, процессор сигналов, сконфигурированный для приема и управления процессами от другого устройства, такого как планшет или смартфон или приемник дистанционного управления. Этот список следует понимать как не исчерпывающий, и другие формы ввода, будь то инициированные пользователем или автоматизированные, могут также предполагаться.

Аналогично, интерфейс 214 вывода сконфигурирован, чтобы предоставлять средство для вывода сигналов пользователю или другому устройству. Такой вывод может включать в себя сигнал отображения для управления локальным блоком видеодисплея (VDU) или любым другим устройством.

Интерфейс 208 связи реализует канал связи, будь то широковещательная связь или связь между двумя конечными пунктами, с одним или более получателями сигналов. В контексте настоящего варианта осуществления, интерфейс связи сконфигурирован, чтобы вызывать излучение сигнала, несущего битовый поток, определяющий сигнал видео, закодированный излучателем 20.

Процессоры 204, и особенно в целях настоящего раскрытия, GPU 202 приводятся в действие, чтобы исполнять компьютерные программы, при работе кодера. При этом прибегают к средствам хранения

данных, обеспечиваемым устройством 208 массовой памяти, которое реализовано для обеспечения крупномасштабного хранения данных, хотя и на основе относительно медленного доступа, и, на практике, будет хранить компьютерные программы и, в текущем контексте, данные представления видео для подготовки к исполнению процесса кодирования.

Постоянная память (ROM) 210 предварительно сконфигурирована с исполняемыми программами, предназначенными для обеспечения ядра функциональности излучателя 20, а память 212 с произвольным доступом предусмотрена для быстрого доступа и хранения данных и программных инструкций в ходе исполнения компьютерной программы.

Работа излучателя 20 будет описана далее со ссылкой на фиг. 8. Фиг. 8 показывает конвейер обработки, выполняемый кодером, реализованным в излучателе 20, посредством исполняемых инструкций, на файле данных, представляющем представление видео, содержащее множество кадров для последовательного отображения как последовательность картинок (кадров).

Файл данных может также содержать информацию воспроизведения аудио, чтобы сопровождать представление видео, и другую дополнительную информацию, такую как информация электронной программы передач, субтитры или метаданные, чтобы обеспечивать возможность каталогизации представления. Обработка этих аспектов файла данных не имеет отношения к настоящему изобретению.

Как показано на фиг. 8, текущая картинка или кадр в последовательности картинок передается в модуль 230 разбиения, где она разбивается на блоки определенного размера для последовательной обработки кодером. Каждый блок затем вводится в модуль 232 предсказания, который стремится отбросить временные и пространственные избыточности, присутствующие в последовательности, и получить сигнал предсказания с использованием ранее кодированного содержимого. Информация, позволяющая вычислять такое предсказание, кодируется в битовом потоке. Эта информация может содержать достаточную информацию для обеспечения возможности вычисления, включая возможность вывода в приемнике другой информации, необходимой для завершения предсказания.

Сигнал предсказания вычитается из исходного сигнала для получения остаточного сигнала. Затем он вводится в модуль 234 преобразования, который пытается дополнительно уменьшить пространственные избыточности в блоке посредством использования более подходящего представления данных. Следует отметить, что, в некоторых вариантах осуществления, преобразование области может быть опциональным этапом и можно вообще обойтись без него. Использование или не использование преобразования области может сигнализироваться в битовом потоке.

Результирующий сигнал затем обычно квантуется модулем 236 квантования, и, наконец, результирующие данные, сформированные из коэффициентов, и информация, необходимая для вычисления предсказания для текущего блока, вводятся в модуль 238 энтропийного кодирования, который использует статистическую избыточность для представления сигнала в компактной форме посредством коротких двоичных кодов. Вновь, следует отметить, что энтропийное кодирование, в некоторых вариантах осуществления, может быть опциональным признаком, и в некоторых случаях можно вообще обойтись без него. Использование энтропийного кодирования может сигнализироваться в битовом потоке вместе с информацией для обеспечения возможности декодирования, такой как индекс для режима энтропийного кодирования (например, кодирования Хаффмана) и/или кодовой книги.

Повторяя действие средства кодирования излучателя 20, битовый поток информационных элементов блока может быть сконструирован для передачи в приемник или множество приемников, в зависимости от обстоятельств. Битовый поток может также содержать информационные элементы, которые применяются по множеству информационных элементов блока и, таким образом, хранятся в синтаксисе битового потока независимо от информационных элементов блока. Примеры таких информационных элементов включают в себя опции конфигурации, параметры, применимые к последовательности кадров, и параметры, относящиеся к представлению видео в целом.

Модуль 232 предсказания далее будет описан более подробно со ссылкой на фиг. 9. Как будет понятно, это является лишь примером, и другие подходы, находящиеся в пределах объема настоящего раскрытия и прилагаемой формулы изобретения, могут быть рассмотрены.

Следующий процесс выполняется для каждого блока с компенсацией движения в интерпредсказанном кадре.

На этапе S1 вычисляется список кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения.

На этапе S2 вычисляется список кандидатов интра-предсказания. Может быть реализовано несколько режимов интра-предсказания. Режимы интра-предсказания могут быть определены на основе степени, до которой, и способом, которым соседние блоки используются для построения предсказания блока. Различные режимы определены в установленных технических стандартах, таких как H.264/AVC и H.265/HEVC. В этом варианте осуществления может быть использован аналогичный подход, так что могут быть определены "DC", "планарный", "чисто вертикальный" и "чисто горизонтальный" режимы интра-предсказания. Может быть определено больше режимов, чем эти, например, в H.264, в котором индекс со значением между 0 и 8 может использоваться для указания одного из девяти доступных режимов. Не все режимы обязательно должны использоваться. Можно рассмотреть более ограниченный набор, в котором рассматривается меньшее количество или даже один кандидат интра-предсказания.

На этапе S3 создается набор комбинаций кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения и учитываемых кандидатов интра-предсказания. Затем цикл L1 выполняется по каждой идентифицированной комбинации.

В этом цикле, на этапе S4 рассматривается справочная таблица (LUT), содержащая веса, которые должны использоваться для выполнения взвешенного предсказания между двумя доступными кандидатами. LUT может зависеть от характеристик текущего блока (например, его ширины и высоты) или характеристик двух кандидатов предсказания (таких как величина вектора движения интер-предсказанного кандидата или режим интра-предсказания интра-предсказанного кандидата). В одном варианте осуществления, может рассматриваться несколько LUT, и кодер может выбрать одну LUT и передать в информации битового потока для обеспечения возможности идентификации или извлечения корректной LUT для использования среди множества доступных LUT.

Кроме того, внутри цикла L1, выполняется цикл L2 по всем элементам в LUT. Для каждого элемента k выполняются следующие этапы S6 и S7:

S6: Соответствующий набор весов извлекается в положении k в LUT.

S7: Комбинированное предсказание вычисляется путем выполнения взвешенного предсказания с использованием двух кандидатов предсказания и весов, извлеченных в положении k в LUT.

После того как цикл L2 был проведен по всем элементами в LUT, затем, на этапе S8, элемент k0 выбирается среди элементов в LUT. Процесс выбора может зависеть, например, от вычисления стоимости, полученной для каждого элемента в LUT, которая может зависеть от искажения и битовой скорости (битрейта), необходимой для кодирования блока с использованием данного элемента. Для выполнения этого выбора могут использоваться другие способы. Веса, соответствующие записи k0 в LUT, затем используются для выполнения окончательного предсказания для текущего блока. Это завершает цикл L1 для идентифицированной комбинации.

Выбранный индекс k0 кодируется в битовом потоке вместе с остальной информацией предсказания, включая информацию для обеспечения возможности вычисления предсказания с компенсацией движения. Это может содержать вектор движения и индекс опорного кадра или индекс объединения (для идентификации корректного кандидата объединения из предопределенного списка) вместе с индексом для идентификации режима интра-предсказания для использования. В случае, когда рассматривается только один режим интра-предсказания, нет необходимости сигнализировать режим интра-предсказания в битовом потоке.

Структурная архитектура приемника показана на фиг. 10. Она имеет элементы, представляющие собой реализованное компьютером устройство. Таким образом, приемник 30 содержит блок 302 обработки графики, сконфигурированный для специального использования в обработке графики и аналогичных операций. Приемник 30 также содержит один или несколько других процессоров 304, либо предусматриваемых в общем случае, либо сконфигурированных для других целей, таких как математические операции, обработка аудио, управление каналом связи и так далее.

Должно быть понятно, что приемник 30 может быть реализован в форме телевизионной приставки, портативного персонального электронного устройства, персонального компьютера или любого другого устройства, пригодного для воспроизведения представлений видео.

Интерфейс 306 ввода обеспечивает средство для приема действий пользовательского ввода. Такие действия пользовательского ввода могут, например, быть вызваны взаимодействием пользователя с конкретным устройством ввода, включая одну или более кнопок управления и/или переключателей, клавиатуру, мышь или другое указательное устройство, блок распознавания речи, приводимый в действие для приема и преобразования речи в управляющие команды, процессор сигналов, сконфигурированный для приема и управления процессами от другого устройства, такого как планшет или смартфон или приемник дистанционного управления. Этот список следует понимать как не исчерпывающий, и возможны другие формы ввода, будь то инициированные пользователем или автоматизированные.

Аналогично, интерфейс 314 вывода предназначен для обеспечения средства для вывода сигналов пользователю или другому устройству. Такой вывод может включать в себя телевизионный сигнал в подходящем формате для управления локальным телевизионным устройством.

Интерфейс 308 связи реализует канал связи, будь то широковещательная связь или связь между двумя конечными пунктами, с одним или более получателями сигналов. В контексте настоящего варианта осуществления, интерфейс связи сконфигурирован, чтобы вызывать излучение сигнала, несущего битовый поток, определяющий сигнал видео, закодированный приемником 30.

Процессоры 304, и особенно в целях настоящего раскрытия, GPU 302 приводятся в действие, чтобы исполнять компьютерные программы, при работе приемника. При этом прибегают к средствам хранения данных, обеспечиваемым устройством 308 массовой памяти, которое реализовано для обеспечения крупномасштабного хранения данных, хотя и на основе относительно медленного доступа, и, на практике, будет хранить компьютерные программы и, в текущем контексте, данные представления видео, являющиеся результатом исполнения процесса приема.

Постоянная память (ROM) 310 предварительно сконфигурирована с исполняемыми программами, предназначенными для обеспечения ядра функциональности приемника 30, а память 312 с произвольным

доступом предусмотрена для быстрого доступа и хранения данных и программных инструкций в ходе исполнения компьютерной программы.

Теперь будет описана функция приемника 30 со ссылкой на фиг. 11. На фиг. 11 показан конвейер обработки, выполняемый декодером, реализованным в приемнике 20 посредством исполняемых инструкций, на битовом потоке, принятом в приемнике 30, содержащем структурированную информацию, из которой может быть получено представление видео, содержащее реконструкцию кадров, закодированных посредством функциональности кодера излучателя 20.

Процесс декодирования, проиллюстрированный на фиг. 11, имеет целью реверсировать процесс, выполняемый в кодере. Должно быть понятно, что это не означает, что процесс декодирования является точной инверсией процесса кодирования.

Принятый битовый поток содержит последовательность закодированных информационных элементов, причем каждый элемент относится к блоку. Информационный элемент блока декодируется в модуле 330 энтропийного декодирования для получения блока коэффициентов и информации, необходимой для вычисления предсказания для текущего блока. Блок коэффициентов обычно деквантуется в модуле 332 деквантования и, как правило, обратно преобразуется в пространственную область посредством модуля 334 преобразования.

Как отмечено выше, должно быть понятно, что энтропийное декодирование, деквантование и обратное преобразование необходимо использовать в приемнике, только если в передатчике были использованы энтропийное кодирование, квантование и преобразование, соответственно.

Сигнал предсказания генерируется, как и ранее, из предварительно декодированных выборок из текущего или предыдущего кадров и используя информацию, декодированную из битового потока, модулем 336 предсказания. Затем получают реконструкцию исходного блока картинки из декодированного остаточного сигнала и вычисленного блока предсказания в блоке 338 восстановления.

С помощью повторяемого действия функциональности декодирования на последовательно принятых информационных элементах блока, блоки картинки могут быть восстановлены в кадры, которые затем могут быть скомпонованы для получения представления видео для воспроизведения.

Примерный алгоритм декодера, дополняющий алгоритм кодера, описанный ранее, показан на фиг. 12.

Как отмечено выше, функциональность декодера приемника 30 извлекает из битового потока последовательность информационных элементов блока, как закодировано средствами кодера излучателя 20, определяя информацию блока и соответствующую информацию конфигурации.

В обобщенных терминах, декодер пользуется информацией из предыдущих предсказаний при построении предсказания для текущего блока. При этом декодер может комбинировать знания из интер-предсказания, т.е. из предыдущего кадра, и интра-предсказания, т.е. из другого блока в том же самом кадре.

Таким образом, для интер-предсказанного блока с компенсацией движения в интер-предсказанном кадре, на этапе S21, информация, обеспечивающая возможность формирования кандидата интер-предсказания с компенсацией движения, извлекается из битового потока. Информация движения, позволяющая выполнять компенсацию движения, может быть получена, например, прямым декодированием вектора движения и индекса опорного кадра из битового потока, или посредством процесса предсказания объединения, в котором формируется список кандидатов объединения, и индекс объединения извлекается из битового потока для идентификации корректной объединенной информации движения.

После того как информация была извлечена, на этапе S22, на основе извлеченной информации формируется кандидат интер-предсказания с компенсацией движения.

Затем, на этапе S23, вычисляется список кандидатов интра-предсказания, например, набор из "DC", "планарного", "чисто вертикального" и "чисто горизонтального" режимов интра-предсказания; может рассматриваться более ограниченный набор, где рассматривается меньшее количество или даже только один кандидат интра-предсказания.

На этапе S24, из битового потока извлекается индекс для идентификации режима интра-предсказания для использования; в случае, если рассматривается только один режим интра-предсказания, нет необходимости извлекать такой индекс идентификации режима из битового потока, и поэтому можно обойтись без этого этапа. Этот этап выбирает один из кандидатов, вычисленных на этапе S23, для использования.

На этапе S25, из битового потока извлекается индекс k_0 для идентификации элемента для использования из предварительно сохраненной LUT, соответствующей LUT, использованной в процессе кодера.

Затем, на этапе S26, рассматривается справочная таблица (LUT), содержащая веса, которые должны использоваться для выполнения взвешенного предсказания между двумя доступными кандидатами. Множество LUT может быть реализовано, и LUT, подлежащая использованию в конкретном случае, может зависеть от характеристик текущего блока (таких как его ширина и высота) или характеристик двух кандидатов предсказания (таких как величина вектора движения интра-предсказанного кандидата или режим интра-предсказания интра-предсказанного кандидата). В одном варианте осуществления, информация может быть извлечена из битового потока для обеспечения возможности выбора соответствующей

LUT среди множества доступных LUT. Если для всех обстоятельств используется одна LUT, то нет необходимости сигнализировать, какая LUT должна использоваться в конкретном случае.

На этапе S27, веса в положении k0 извлекаются из LUT, идентифицированной на этапе S26. Затем, на этапе S28, веса используются для вычисления взвешенного среднего интра- и интер-предсказанных кандидатов и получения окончательного предсказания для текущего блока.

Процесс, описанный выше, выполняется для всех принятых информационных элементов блока, для всей передачи. На этой основе, построение декодированных блоков может быть восстановлено в кадры, а кадры - в восстановленное представление видео.

Следует понимать, что изобретение не ограничено описанными выше вариантами осуществления, и могут выполняться различные модификации и усовершенствования без отклонения от концепций, описанных в настоящем документе. За исключением того, где признаки взаимно исключающие, любой из признаков может использоваться отдельно или в комбинации с любыми другими признаками, и раскрытие распространяется на и включает в себя все комбинации и подкомбинации одного или более признаков, описанных в настоящем документе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Реализуемый компьютером способ кодирования блока пикселей в изображении последовательного множества изображений, содержащий:

вычисление набора кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения для блока пикселей на основе опорного изображения в последовательном множестве изображений;

вычисление набора кандидатов интра-предсказания для блока пикселей на основе предопределенного набора режимов интра-предсказания;

компоновку набора комбинаций упомянутых кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения и кандидатов интра-предсказания;

определение для множества наборов параметров, причем каждый набор параметров конфигурирует параметрическое преобразование одного из кандидата интер-предсказания с компенсацией движения и одного из кандидатов интра-предсказания, комбинированного предсказания для каждой комбинации упомянутых кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения и кандидатов интра-предсказания, при этом, по меньшей мере, один набор упомянутых параметров конфигурирует параметрическое преобразование, содержащее взвешенное среднее одного или более кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения и одного или более кандидатов интра-предсказания, управляемое весом или комбинацией весов, при этом вес или комбинация весов содержит запись в справочной таблице с соответствующим индексом веса;

оценивание каждого комбинированного предсказания по отношению к объективной метрике искажения;

выбор одного из комбинированных предсказаний на основе результата упомянутого оценивания в качестве кодирования блока пикселей.

2. Кодер, действующий для выполнения способа по п.1.

3. Устройство генерации сигнала, содержащее кодер по п.2.

4. Сигнал, генерируемый посредством модуляции битового потока на несущую, причем битовый поток является продуктом способа кодирования по п.1.

5. Реализуемый компьютером способ декодирования битового потока, содержащий:

извлечение из битового потока информации конфигурации предиктора движения и, на основе информации конфигурации предиктора движения, вычисление одного или более кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения для блока выборки;

извлечение из битового потока информации конфигурации интра-предсказания и, на основании информации конфигурации интра-предсказания, вычисление одного или более кандидатов интра-предсказания, при этом кандидаты интра-предсказания получены посредством процесса интра-предсказания для блока выборки;

извлечение из битового потока информации конфигурации параметрического преобразования, обеспечивающей возможность определения параметров для параметрического преобразования одного или более кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения и одного или более кандидатов интра-предсказания, причем определяемые параметры содержат индекс веса;

извлечение из справочной таблицы, отображающей индексы весов на веса, веса или комбинации весов, соответствующих индексу веса; и

вычисление комбинированного преобразованного предсказания для упомянутого блока выборки посредством параметрического преобразования одного или более кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения и одного или более кандидатов интра-предсказания, причем параметрическое преобразование содержит взвешенное среднее одного или более кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения и одного или более кандидатов интра-предсказания, управляемое весом или комбинацией весов, извлекаемым/извлекаемой из справочной таблицы.

6. Способ по п.5, причем вычисление комбинированного преобразованного предсказания для упомянутого блока выборок посредством параметрического преобразования одного или более кандидатов интер-предсказания с компенсацией движения и одного или более кандидатов интра-предсказания осуществляется на основе извлеченной информации конфигурации параметрического преобразования и на основе выведенной информации, генерируемой процессом вывода.

7. Способ по п.6, причем информация конфигурации параметрического преобразования содержит, по меньшей мере, один фактор веса, и способ дополнительно содержит вычисление весов как функции от фактора веса.

8. Способ по любому одному из пп.5-7, причем информация конфигурации предиктора движения содержит информацию движения и информацию опорного кадра, причем способ дополнительно содержит вычисление одного или более кандидатов объединения на основе информации движения и информации опорного кадра, извлеченной из соседних блоков.

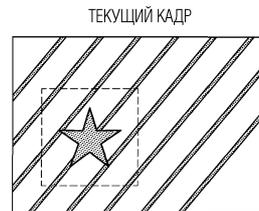
9. Способ по любому одному из пп.5-7, причем извлечение из битового потока информации конфигурации параметрического преобразования, обеспечивающей возможность определения параметров для параметрического преобразования одного или более кандидатов предиктора движения, содержит извлечение параметров непосредственно из битового потока.

10. Способ по п.5, причем извлечение из битового потока информации конфигурации параметрического преобразования, обеспечивающей возможность определения параметров для параметрического преобразования одного или более кандидатов предиктора движения, включает в себя комбинирование извлеченной конфигурации с существующей информацией параметров, для других блоков выборок, для определения параметров для текущего блока.

11. Декодер, сконфигурированный для выполнения процесса декодирования по любому одному из пп.5-10.

12. Устройство приема сигналов, содержащее декодер по п.11.

13. Машиночитаемый носитель, содержащий исполняемые компьютером инструкции, действующие для конфигурирования компьютерного устройства для выполнения способа по любому одному из пп.5-10.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

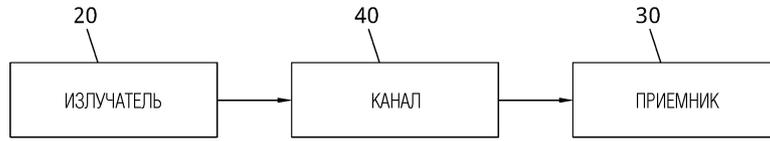


Фиг. 4

КАНДИДАТ
ИНТРА-ПРЕДСКАЗАНИЯ

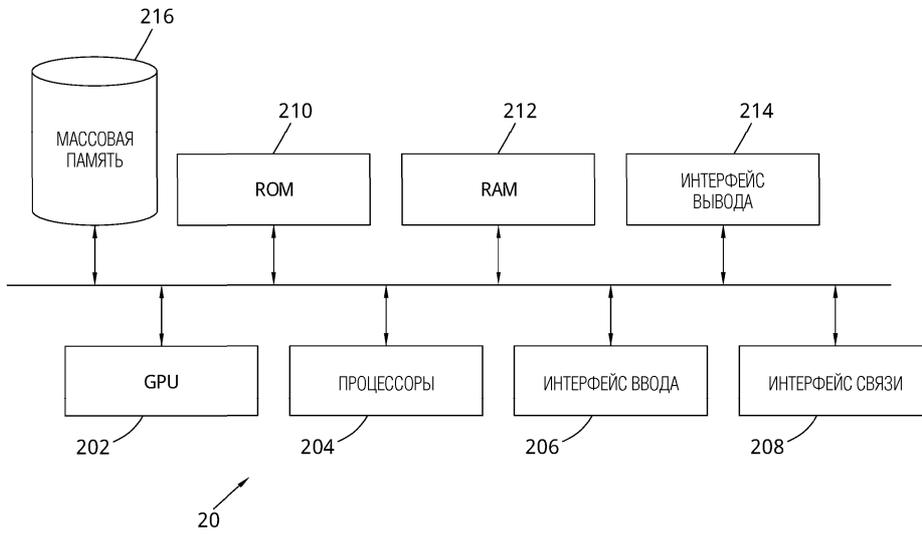


Фиг. 5

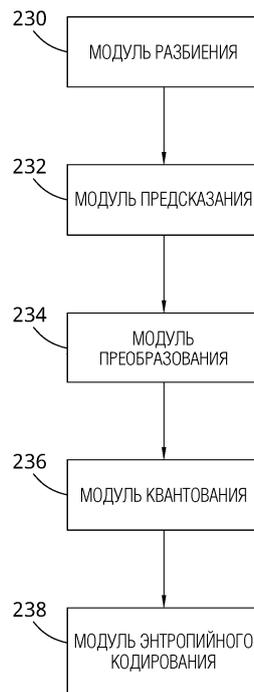


10 ↗

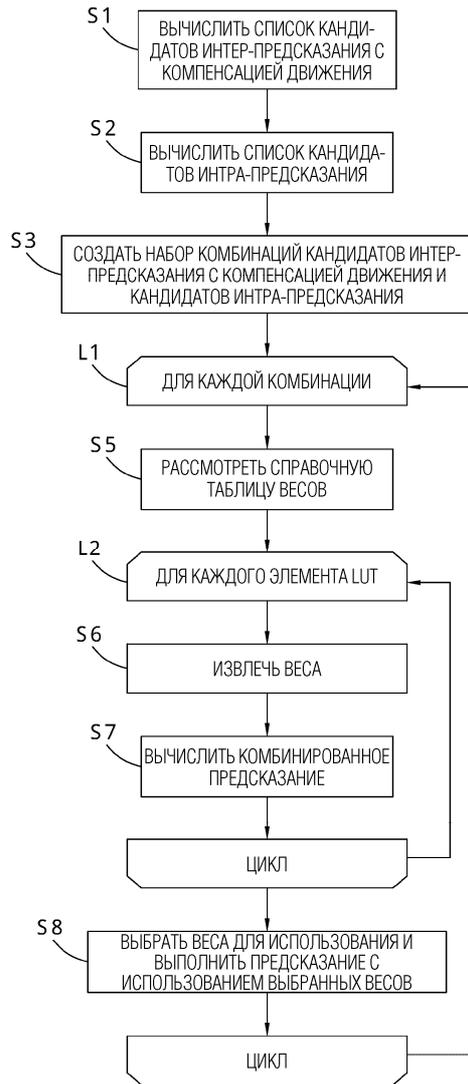
Фиг. 5



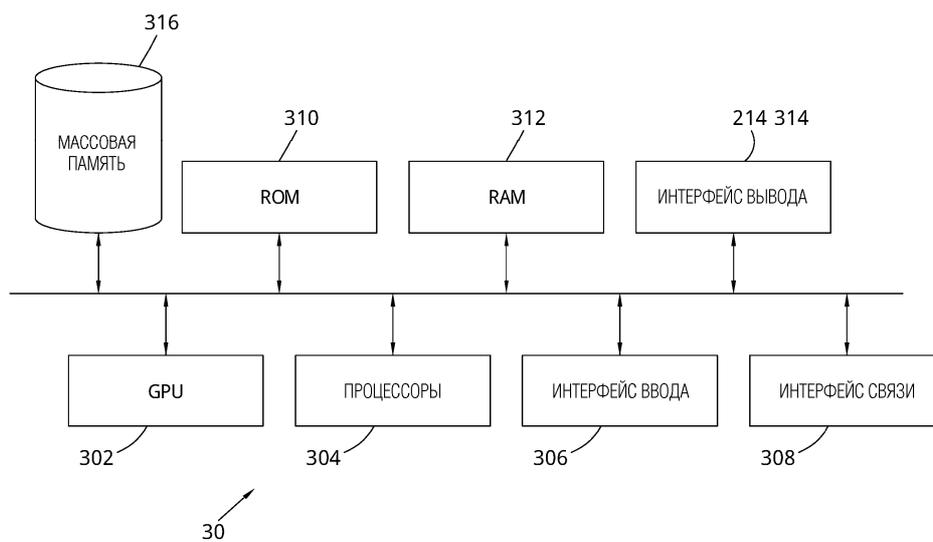
Фиг. 7



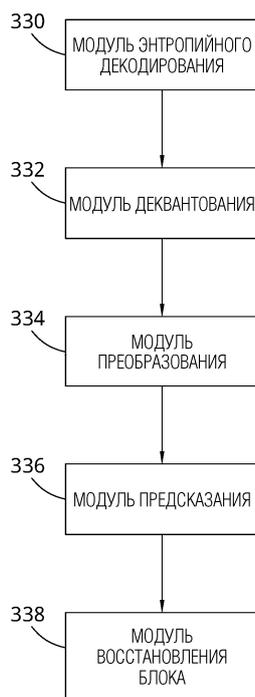
Фиг. 8



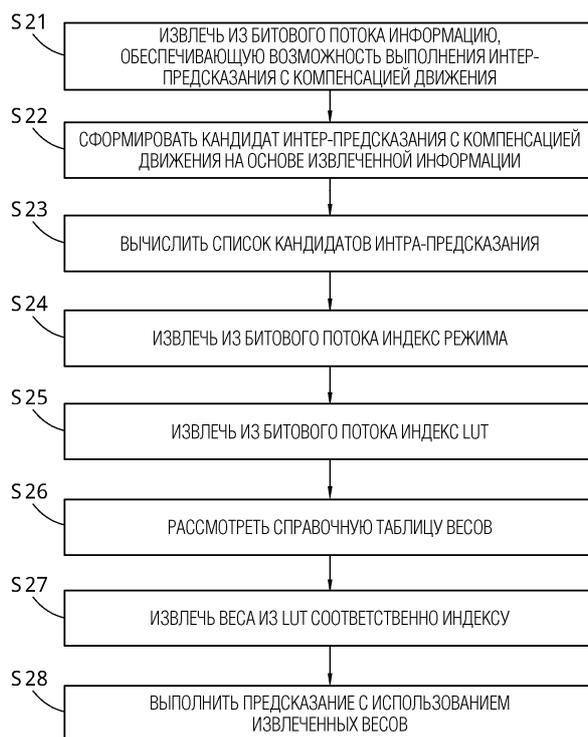
Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12

