



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 128291

(13) C2

(51) МПК

H04N 19/593 (2014.01)

H04N 19/80 (2014.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

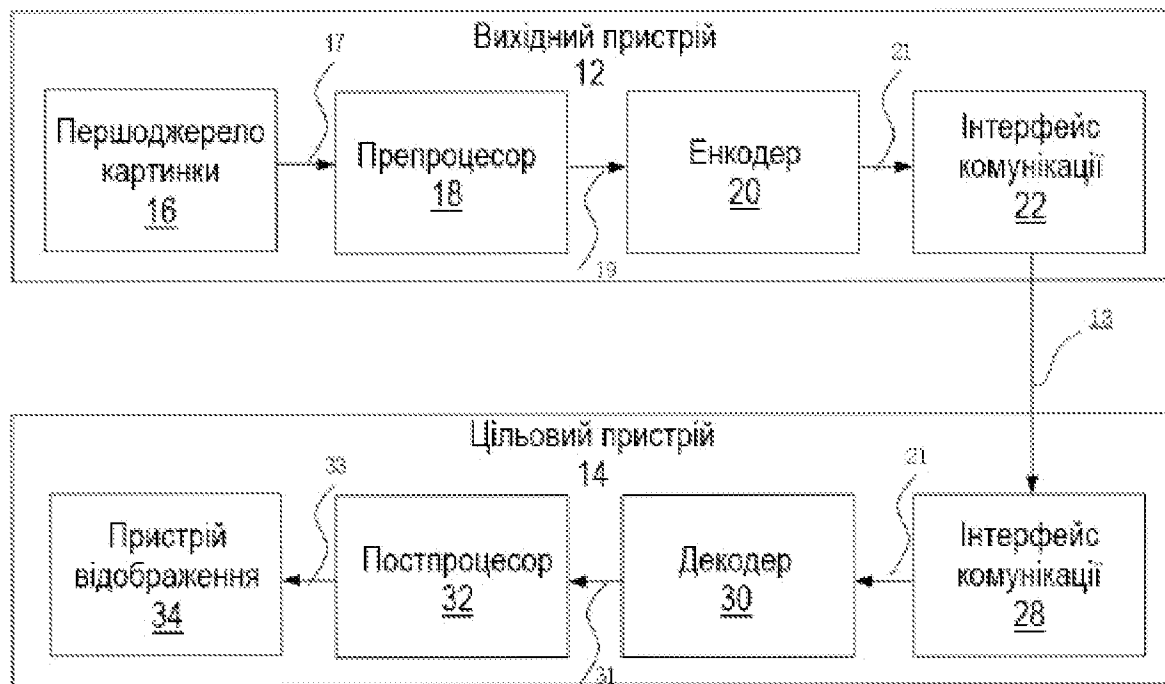
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2021 01955	(72) Винахідник(и):	Філіппов Алексєй Константинович (CN), Руфіцкій Васілій Алексєєвіч (CN), Чен Цзянле (US)
(22) Дата подання заявки:	13.09.2019	(73) Володілець (володільці):	ХУАВЕЙ ТЕКНОЛОДЖИЗ КО., ЛТД., Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong 518129, China (CN)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	30.05.2024	(74) Представник:	Бочаров Максим Анатолійович, реєстр. №367
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Парижської конвенції:	62/731,970, 62/822,775, 62/822,868	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 2018262756 A1, 13.09.2018 US 2017034536 A1, 02.02.2017 US 2018035112 A1, 01.02.2018 VAN DER AUWERA (QUALCOMM) G et al. CE3-related: On MDIS and intra interpolation filter switching. 11. JVET MEETING, 11.07.2018 - 18.07.2018, LJUBLJANA (THE JOINT VIDEO EXPLORATION TEAM OF ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 AND ITU-T SG.16 , JVET-K0064 (13.07.2018), XP 030199604
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Парижської конвенції:	16.09.2018, 22.03.2019, 23.03.2019		
(33) Код держави-учасниці Парижської конвенції, до якої подано попередню заявку:	US, US, US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	26.05.2021, Бюл.№ 21		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	29.05.2024, Бюл.№ 22		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/RU2019/050153, 13.09.2019		

(54) СПОСІБ І АПАРАТ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ**(57) Реферат:**

Дане розкриття передбачає способи і пристрої для інтрапрогнозування поточного блока у кодуванні або декодуванні відео. Спосіб включає здійснення інтрапрогнозної обробки поточного блока згідно з направленим інтрапрогнозним режимом, який включає фільтрування або субпіксельне інтерполяційне фільтрування опорного зразка, які застосовують до опорних зразків в одному або більше опорних блоках, де направлений інтрапрогнозний режим розділяють на одну із наступних груп: (А) вертикальні або горизонтальні режими, (В) направлені режими, включаючи діагональні режими, що представляють кути, які є величинами, кратними 45 градусам, (С) залишкові направлені режими; якщо направлений режим інтрапрогнозування класифікують як такий, що належить до групи С, то інтерполяційний фільтр інтраопорного зразка застосовують до опорних зразків.

UA 128291 C2



Фіг. 1

Галузь техніки

Дане розкриття стосується галузі техніки з кодування і декодування зображення і/або відео і, зокрема, способу і апарату для інтра- (інтер-) прогнозування.

Рівень техніки

5 Кодування відео (кодування і декодування відео) використовують у широкому діапазоні прикладних програм цифрового відео, наприклад, цифрове ефірне телебачення, передавання відео через інтернет і мобільні мережі, прикладні програми спілкування у реальному часі, такі як відеочат, відеоконференція, DVD (Digital Versatile Disc, цифровий багатоцільовий диск) та блурей-диски (Blu-ray discs), системи накопичення і редагування відеоконтенту, а також відеокамери прикладних програм з безпеки.

10 Кількість відеоданих, необхідних для відображення навіть відносно короткого відео, може бути значною, що може привести до перешкод, коли дані слід транслювати або передавати іншим чином через комунікаційну мережу з обмеженою пропускнуою здатністю. Тому відеодані звичайно стискають до того, як передавати через сучасні телекомунікаційні мережі. Розмір відео також міг би стати проблемою, якщо відео зберігають на пристрої для збереження, оскільки ресурси пам'яті можуть бути обмежені. Пристрої стиснення відео часто використовують програмні або апаратні засоби у джерелі для кодування відеоданих до передавання або зберігання, таким чином зменшуючи кількість даних, необхідних для відображення цифрових відеозображень. Стиснені дані у подальшому отримують у місці призначення за допомогою пристрою розпакування відео, який декодує відеодані. У разі обмежених мережевих ресурсів і постійно зростаючих вимог щодо більш високої якості відео, бажаними стають покращені методи стиснення і розпакування, які покращують ступінь стиснення, практично не погіршуючи якість зображення.

25 Цифрове відео широко використовується з моменту запровадження DVD-дисків. До передавання відео кодують і передають, використовуючи засіб передавання. Глядач отримує відео і використовує пристрій перегляду для декодування і відображення відео. З роками якість відео покращилася, наприклад, завдяки більш високим показникам роздільної здатності, глибини кольору і частоти кадрів. Це привело до більших потоків даних, які в наші дні передаються загалом через Інтернет і мережі мобільного зв'язку.

30 Однак, відео з більш високою роздільною здатністю, як правило, вимагає більшої пропускнуої здатності, оскільки воно має більше інформації. З метою знизити вимоги пропускнуої здатності, представлено стандарти кодування, які залучають стиснення відео. Коли кодується відео, знижуються вимоги пропускнуої здатності (або відповідні вимоги пам'яті у випадку засобу зберігання). Часто таке зниження шкодить якості. Таким чином, стандарти кодування відео вишукують баланс між вимогами пропускнуої здатності і якістю.

35 Високоєфективне кодування відео (The High Efficiency Video Coding, HEVC) є прикладом стандарту кодування відео, який загалом відомий спеціалістам в даній галузі. При HEVC поділяють модуль (CU) кодування на модулі (PU) прогнозування і модулі (TU) перетворення. Універсальне кодування відео (Versatile Video Coding, VVC), стандарт нового покоління, є найновішим об'єднаним проектом Групи (Video Coding Experts Group, VCEG) експертів з кодування відео від Міжнародного телекомунікаційного союзу ITU-T і Експертної групи (Moving Picture Experts Group, MPEG) з питань рухомого зображення від Міжнародної організації зі стандартизації ISO/IEC, які співпрацюють на правах партнерства, відомого як Об'єднана команда (Joint Video Exploration Team, JVET) з дослідження відео. VVC називають також ITU-T H.266/Стандарт нового покоління з кодування відео (Next Generation Video Coding, NGVC). Стосовно VVC, будуть виключені поняття типів багаторазового розбиття, тобто розділення понять CU, PU і TU за виключенням потрібних для CU, які мають занадто великий розмір для максимальної тривалості перетворення; до того ж буде підтримка більшої гнучкості для форм розбиття CU.

50 Обробка таких модулів (coding units, CU) кодування (також названих блоками), залежить від їх розміру, положення у просторі і режиму кодування, заданого еncoderом. Режими кодування можна класифікувати на дві групи відповідно до типу прогнозування: режими інтра-прогнозування і інтер-прогнозування. Режими інтра-прогнозування використовують зразки незмінної картини (також відомої як кадр або зображення), щоб створювати опорні зразки для підрахунку значень прогнозування для зразків відновлюваного блока. Інтра-прогнозування називають також просторовим прогнозуванням. Режими інтер-прогнозування розроблені для часового прогнозування і використовують опорні зразки попередніх або наступних картинок для прогнозування зразків блока поточної картини.

60 ITU-T VCEG (Q6/16) і ISO/IEC MPEG (JTC 1/SC 29/WG 11) вивчають потенційну потребу для стандартизації майбутньої технології кодування відео із здатністю стиснення, яка значно

перевищує здатність дійсного стандарту HEVC (включаючи його дійсні розширення і перспективні розширення для кодування вмісту екрану і кодування розширеного динамічного діапазону). Групи співпрацюють у даній дослідницькій діяльності зусиллям об'єднаного співробітництва, відомого як Об'єднана команда (Joint Video Exploration Team, JVET) з дослідження відео, для оцінки рішень з технології стиснення, запропонованих їх експертами у даній галузі.

Стандарт VTM (Versatile Test Model, Універсальна тестова модель) використовує 35 інтра-режимів, тоді як BMS (Benchmark Set, Тестовий набір) використовує 67 інтра-режимів.

Схема кодування інтра-режимом, в даний час описана в BMS, вважається складною, а недолік набору невибраного режиму полягає у тому, що індексний список є завжди сталим і неадаптивним на основі властивостей поточного блока (для, наприклад, інтра-режимів його сусідніх блоків).

Суть винаходу

Варіанти здійснення даної заявки представляють апарати і способи для кодування і декодування згідно з незалежними пунктами формули.

Попередні та інші об'єкти досягаються на основі предмету винаходу незалежних пунктів формули. Додаткові форми втілення очевидно походять від залежних пунктів, опису і фігур.

Згідно із першим аспектом, даний винахід стосується способу інтра-прогнозування поточного блока у кодуванні або декодуванні відео, причому спосіб включає: виконання інтра-прогновної обробки поточного блока згідно з направленим режимом інтра-прогнозування, який включає фільтрування або субпіксельне інтерполяційне фільтрування опорного зразка, які застосовують до опорних зразків в одному або більше опорних блоках, причому направлений режим інтра-прогнозування розділяють на одну із наступних груп: (A) вертикальні або горизонтальні режими, (B) направлені режими, включаючи діагональні режими, що представляють кути, які є величинами, кратними 45 градусам, (C) залишкові направлені режими; якщо направлений режим інтра-прогнозування класифікують як такий, що належить до групи C, то інтерполяційний фільтр інтра-опорного зразка застосовують до опорних зразків.

У варіанті здійснення, якщо направлений режим інтра-прогнозування класифікують як такий, що належить до групи A, то жодного фільтра не застосовується до опорних зразків для створення засобу інтра-прогнозування.

У варіанті здійснення, якщо направлений режим інтра-прогнозування класифікують як такий, що належить до групи B, то фільтр опорного зразка застосовують до опорних зразків, щоб копіювати фільтровані значення у засіб інтра-прогнозування згідно з направленим режимом інтра-прогнозування; а якщо направлений режим інтра-прогнозування класифікують як такий, що належить до групи C, то інтерполяційний фільтр інтра-опорного зразка застосовують до опорних зразків для створення прогнозного зразка, який займає дрібну або цілу позицію між опорними зразками згідно з направленим режимом інтра-прогнозування.

У варіанті здійснення фільтром опорного зразка або обробкою інтра-прогнозування є 3-відвідний фільтр.

Наприклад, фільтром опорного зразка обробки інтра-прогнозування є 3-відвідний фільтр по [1, 2, 1].

У варіанті здійснення інтерполяційний фільтр обробки інтра-прогнозування для даного субпіксельного зміщення вибирається з набору фільтрів, причому один з них є однаковим із фільтром для процесу інтер-прогнозування.

У варіанті здійснення інтерполяційний фільтр має довжину у 4 відводи і точність його коефіцієнту у 6 бітів.

У варіанті здійснення група B додатково включає режими з широким кутом і цілочисловим уклоном.

Наприклад, режим з широким кутом і цілочисловим уклоном є направленим режимом інтра-прогнозування відмінним від горизонтального, вертикального або діагонального, де позиції опорного зразка для кожного прогнозованого зразка поточного блока є не дрібними.

У варіанті здійснення група B додатково включає режими інтра-прогнозування, для яких значення параметра кута інтра-прогнозування є ненульове кратне 32.

У варіанті здійснення група B включає один або усі режими інтра-прогнозування: [-14, -12, -10, -6, 2, 34, 66, 72, 76, 78, 80].

Згідно із другим аспектом, даний винахід стосується апарату для інтра-прогнозування поточного блока у кодуванні або декодуванні відео, причому апарат включає схему обробки, виконану з можливістю виконувати інтра-прогнозу обробку поточного блока згідно з направленим режимом інтра-прогнозування, який включає фільтрування або субпіксельне інтерполяційне фільтрування опорного зразка, які застосовують до опорних зразків в одному

або більше опорних блоках, причому направлений режим інтра-прогнозування класифікують у одну із наступних груп: (А) вертикальні або горизонтальні режими, (В) направлені режими, включаючи діагональні режими, що представляють кути, які є величинами, кратними 45 градусам, (С) залишкові направлені режими; якщо направлений режим інтра-прогнозування класифікують як такий, що належить до групи С, то інтерполяційний фільтр інтра-опорного зразка застосовують до опорних зразків.

Додаткові особливості і форми втілення апарату згідно з другим аспектом винаходу відповідають особливостям і формам втілення апарату згідно з першим аспектом винаходу.

Згідно з третім аспектом даний винахід стосується комп'ютерного програмного продукту, який включає програмний код для виконання будь-якого одного із вищеописаних способів у разі виконання на комп'ютері або процесорі.

Деталі одного або більше варіантів здійснення викладені у малюнках, що додаються і у опису нижче. Інші особливості, об'єкти і переваги впливають із опису, малюнків і пунктів формули.

Короткий опис креслень

Наступні варіанти здійснення описані більш детально, з посиланням на прикладені фігури і креслення, на яких:

Фіг. 1 є блочною діаграмою, яка показує приклад системи кодування відео, виконаної з можливістю втілювати варіанти здійснення винаходу.

Фіг. 2 є блочною діаграмою, яка показує приклад енкодера відео, виконаного з можливістю втілювати варіанти здійснення винаходу.

Фіг. 3 є блочною діаграмою, яка показує прикладну структуру декодера відео, виконаного з можливістю втілювати варіанти здійснення винаходу.

Фіг. 4 показує схематичну діаграму, яка ілюструє 67 режимів інтра-прогнозування.

Фіг. 5 ілюструє перший приклад використання різних інтерполяційних фільтрів у інтра- та інтер-прогнозуванні.

Фіг. 6 ілюструє другий приклад використання різних інтерполяційних фільтрів у інтра- та інтер-прогнозуванні.

Фіг. 7 ілюструє третій приклад використання різних інтерполяційних фільтрів у інтра- та інтер-прогнозуванні.

Фіг. 8 ілюструє використання загального інтерполяційного фільтра, який використовується для інтра- та інтер-прогнозованих зразків.

Фіг. 9 ілюструє варіант здійснення з використанням фільтрувального модуля, задіяного в прогнозуванні зразків кольоровості у компенсації руху і прогнозних зразків яскравості і кольоровості під час виконання інтра-прогнозування.

Фіг. 10 ілюструє варіант здійснення, у якому апаратні фільтрувальні модулі завантажують коефіцієнти, збережені у ROM.

Фіг. 11 ілюструє схематичну діаграму множини режимів інтра-прогнозування.

Фіг. 12 ілюструє приклад вибору інтерполяційного фільтра для режимів менших і більших за діагональ у випадку з неквадратним блоком.

Фіг. 13 ілюструє блочне розбиття на Квадро-дерево плюс Бінарне дерево (Quadtree plus Binary Tree, QTBT).

Фіг. 14 показує горизонтальну і вертикальну орієнтацію блока.

Фіг. 15 схематично ілюструє вибір інтерполяційного фільтра для неквадратного блока.

Фіг. 16 ілюструє варіант здійснення для вибору інтерполяційного фільтра опорного зразка для неквадратного блока.

Фіг. 17 ілюструє альтернативний варіант здійснення для вибору інтерполяційного фільтра опорного зразка для неквадратного блока.

Фіг. 18 показує схематичну діаграму, яка ілюструє 93 направляючих інтра-прогнозування.

Фіг. 19 показує блочну діаграму апарату згідно з варіантом здійснення.

Фіг. 20 показує блочну діаграму апарату згідно з іншим варіантом здійснення.

Фіг. 21 показує блок, що підлягає прогнозуванню з використанням режиму інтра-прогнозування.

Детальний опис варіантів здійснення винаходу

У подальшому описі зроблено посилання на супровідні креслення, які складають частину розкриття і на яких показані, шляхом ілюстрацій, особливі аспекти, в які можна вмістити винахід. Зрозуміло, що варіанти здійснення винаходу можуть використовуватися у інших аспектах і охоплювати структурні або логічні зміни, не відображені на фігурах. Отже, наступний детальний опис не приймається у лімітованому змісті, а об'єм даного винаходу визначається пунктами формули, що додаються.

Наприклад, зрозуміло, що розкриття спільно з описаним способом може також вважатися справедливим для відповідного пристрою або системи, виконаних з можливістю виконувати спосіб і навпаки. Наприклад, якщо описуються один або множина специфічних етапів способу, відповідний пристрій може включати один або множину модулів, наприклад, функціональних модулів, для виконання описаних одного або множини етапів способу (наприклад, один модуль, виконуючий один або множину етапів або множина модулів, кожен виконуючий один або більше з множини етапів), навіть якщо такий один або більше модулів не описані або проілюстровані безпосередньо на фігурах. З іншого боку, наприклад, якщо специфічний апарат описується на основі одного або множини модулів, наприклад, функціональних модулів, то відповідний спосіб може включати один етап для виконання функціоналу одного або множини модулів (наприклад, один етап, виконуючий функціонал одного або множини модулів або множина етапів, де кожен виконує функціонал одного або більше із множини модулів), навіть якщо один такий або множина таких етапів безпосередньо не описані або проілюстровані на фігурах. Додатково зрозуміло, що особливості різних прикладних варіантів здійснення і/або аспектів, описаних тут, можуть поєднуватися один з іншим, якщо не вказано інше.

Кодування відео, як правило, стосується обробки послідовності картинок, які формують відео або послідовність відео. Термін "картинка", "зображення" або "кадр" може/можуть використовуватись синонімічно в галузі кодування відео так само, як і в даній заявці. Кожну картинку, як правило, розбивають на набір блоків, що взаємно не накладаються. Кодування/декодування картинки, як правило, виконується на рівні блока, де, наприклад, інтер-прогнозування кадру або інтра-прогнозування кадру використовуються для: створення блока прогнозування; вилучення блока прогнозування з поточного блока (блока, що обробляється в даний час або підлягає обробленню) щоб отримати залишковий блок, який додатково перетворюється і квантується для зниження кількості даних, які підлягають передаванню (стиснення), оскільки на стороні декодера зворотна обробка застосовується до кодованого/стисненого блока, щоб відновити блок для повторного відображення.

У разі кодування відео без втрат, оригінальні картинки відео можна відновити, тобто відновлені відео картинки мають однакову якість із оригінальними відео картинками (за умови відсутності втрат від передавання або інших втрат даних упродовж зберігання або передавання). У разі кодування відео із втратами, виконується додаткове стиснення, наприклад, шляхом квантування, щоб знизити кількість даних, що відображають відео картинки, які не можуть остаточно відновитися у декодері, тобто якість відновлених відео картинок є нижчою або гіршою порівняно із якістю оригінальних відео картинок.

Деякі стандартні кодування відео належать до групи "гібридні відеокодеки із втратами" (тобто поєднують просторове і часове прогнозування в області зразка, і кодування 2D перетворення для застосування квантування в області перетворення). Кожна картинка послідовності відео, як правило, розбивається на набір блоків, що взаємно не накладаються, а кодування, як правило, виконується на рівні блока. Іншими словами, в енкодері, як правило, відео обробляється, тобто кодується, на рівні блока (відео блока), наприклад, використовуючи просторове (інтра-картинка) прогнозування і/або часове (інтер-картинка) прогнозування для створення прогнозного блока, вилучаючи прогнозний блок з поточного блока (блок, щойно оброблюваний/який підлягає обробці) для отримання залишкового блока, перетворюючи залишковий блок і квантуючи залишковий блок в області перетворення, щоб знизити кількість даних для передавання (стиснення), оскільки у декодері, порівняно з енкодером, зворотна обробка застосовується до кодованих або стиснених блоків для відновлення поточного блока для відображення. Додатково, енкодер дублює обробний контур декодера так, що обидва будуть створювати ідентичні прогнозування (наприклад, інтра- та інтер-прогнозування) і(або) повторні конструкції для обробки, тобто кодування, наступних блоків.

У наступних варіантах здійснення системи 10 кодування відео, енкодер 20 відео і декодер 30 відео описані на основі фігур 1-3.

Фіг. 1 є концептуальною або схематичною діаграмою, яка ілюструє прикладну систему 10 кодування, наприклад, систему кодування відео, яка може використовувати методики даної дійсної заявки (даного розкриття). Енкодер 20 (наприклад, енкодер 20 відео) і декодер 30 (наприклад, декодер 30 відео) системи кодування відео відображають приклади пристроїв, які можуть бути виконані з можливістю виконувати методики відповідно до різних прикладів, описаних у даній заявці. Як показано на Фіг. 1, система кодування включає вихідний пристрій 12, виконаний з можливістю надавати кодовані дані 13, наприклад, кодовану картинку 13, наприклад, до цільового пристрою 14 для декодування кодованих даних 13.

Вихідний пристрій 12 включає енкодер 20 і може додатково, тобто за необхідністю, охоплювати джерело 16 картинки, модуль 18 попередньої обробки, наприклад, модуль 18 попередньої обробки картинки і комунікаційний інтерфейс або модуль 22 комунікації.

Джерело 16 картинки може охоплювати або бути будь-яким видом пристрою захоплення картинки, наприклад для захоплення реалістичної картинки, і/або будь-яким видом пристрою створення картинки або коментаря (для кодування вмісту екрана; деякі текстові сповіщення на екрані також розглядаються як частина картинки або зображення, що підлягає кодуванню), наприклад, комп'ютерним графічним процесором для створення комп'ютерної анімаційної картинки або будь-яким видом пристрою для отримання і/або надання реалістичної картинки, комп'ютерної анімаційної картинки (наприклад, вміст екрана, картинка віртуальної реальності (virtual reality, VR), і/або будь-яким їх з'єднанням (наприклад, картинка доповненої реальності (augmented reality, AR)).

Картинка (цифрова) є або може розглядатися як двовимірний масив або матриця зразків із величинами інтенсивності. Зразок в масиві може також називатися пікселем (коротка форма елементу картинки) або пікселем. Кількість зразків у горизонтальному і вертикальному напрямках (або осях) масиву або картинки визначають розмір і/або роздільну здатність картинки. Для відображення кольору, як правило, застосовують три кольорові компоненти, тобто картинка може відображатися або включати три масиви зразків. У форматі або кольоровому просторі RGB картинка включає відповідний червоний, зелений і синій зразковий масив. Однак, у кодуванні відео кожен піксель, як правило, відображається у форматі яскравості/кольоровості або кольоровому просторі, наприклад YCbCr, який включає компонент яскравості, позначений Y (іноді, як альтернатива, використовується також L) і два компоненти кольоровості, позначені Cb та Cr. Компонент Y яскравості (або коротко luma) відображає освітленість або інтенсивність рівня сірого (наприклад, як в картинці сірих тонів), в той час як два компоненти Cb та Cr кольоровості відображають компоненти кольорового складу або інформації про колір. Відповідно, картинка у форматі YCbCr включає зразковий масив яскравості по зразкових значеннях (Y) яскравості і два зразкових масиви кольоровості по значеннях кольоровості (Cb та Cr). Картинки у форматі RGB можуть конвертуватися або перетворюватися у формат YCbCr і навпаки; також цей процес називається кольорове перетворення або конверсія. Якщо картинка є монохромною, то картинка може охоплювати лише зразковий масив яскравості.

Джерелом 16 картинки (наприклад, відео джерелом 16) може бути, наприклад, камера для захоплення картинки, пам'ять, наприклад пам'ять для картинок, яка включає або зберігає попередньо захоплену або створену картинку і/або будь-який вид інтерфейсу (внутрішній або зовнішній) для запитування або отримання картинки. Камерою може бути, наприклад, локальна або інтегрована камера, що інтегрована в вихідний пристрій; пам'ять може бути локальною або інтегрованою пам'яттю, наприклад інтегрованою в вихідний пристрій. Інтерфейсом може бути, наприклад, зовнішній інтерфейс для отримання картинки із зовнішнього джерела відео, наприклад зовнішній пристрій захоплення картинки, як камера, зовнішня пам'ять або зовнішній пристрій створення картинки, наприклад зовнішній комп'ютерний графічний процесор, комп'ютер або сервер. Інтерфейсом може бути будь-який вид інтерфейсу, наприклад дрововий або бездротовий інтерфейс, оптичний інтерфейс, згідно з будь-яким пропрієтарним або стандартизованим протоколом інтерфейсу. Інтерфес для запитування даних 17 картинки може бути інтерфейсом, ідентичним або бути частиною інтерфейсу 22 комунікації.

На відміну від модуля 18 попередньої обробки і обробки, яка виконується модулем 18 попередньої обробки, картинка або дані 17 картинки (наприклад, відеодані 16) можуть також називатись необробленою картинкою або необробленими даними 17 картинки.

Модуль 18 попередньої обробки виконаний з можливістю отримувати (необроблені) дані 17 картинки і виконувати попередню обробку даних 17 картинки для запитування попередньо обробленої картинки 19 або попередньо оброблених даних 19 картинки. Попередня обробка, яка виконується модулем 18 попередньої обробки, наприклад, включає очищення, конверсію кольорового формату (наприклад, від RGB до YCbCr), корекцію кольору або усунення шуму. Слід розуміти, що модуль 18 попередньої обробки може бути необов'язковим компонентом.

Енкодер 20 (наприклад, відео енкодер 20) виконаний з можливістю отримувати попередньо оброблені дані 19 картинки і надавати кодовані дані 21 картинки (додаткові подробиці будуть описані далі, наприклад, на основі фіг. 2).

Інтерфейс 22 комунікації вихідного пристрою 12 може бути виконаний з можливістю отримувати кодовані дані 21 картинки і передавати їх до іншого пристрою, наприклад цільового пристрою 14 або будь-якого іншого пристрою, для зберігання або прямого відновлення, або обробляти кодовані дані 21 картинки відповідно перед зберіганням кодованих даних 13 і/або

передаванням кодованих даних 13 до іншого пристрою, наприклад цільового пристрою 14 або будь-якого іншого пристрою для декодування або зберігання.

Цільовий пристрій 14 включає декодер 30 (наприклад, відео декодер 30) і може додатково, тобто необов'язково, охоплювати інтерфейс комунікації або модуль 28 комунікації, модуль 32 пост-процесингу і пристрій 34 відображення.

Інтерфейс 28 комунікації цільового пристрою 14 виконаний з можливістю отримувати кодовані дані 21 картинки або кодовані дані 13, наприклад безпосередньо від вихідного пристрою 12 або від будь-якого іншого джерела, наприклад пристрою збереження, наприклад пристрою збереження даних кодованої картини.

Інтерфейс 22 комунікації і інтерфейс 28 комунікації можуть бути виконані з можливістю передавати або отримувати кодовані дані 21 картини або кодовані дані 13 через прямий канал комунікації між вихідним пристроєм 12 і цільовим пристроєм 14, наприклад пряме дротове або бездротове з'єднання, або через будь-який вид мережі, наприклад дротову або бездротову мережу, або будь-яке їх з'єднання, або будь-який вид приватної або публічної мережі або будь-який вид їх з'єднання.

Інтерфейс 22 комунікації може бути, наприклад, виконаний з можливістю пакувати кодовані дані 21 картини у відповідний формат, наприклад пакети, для передавання через канал комунікації або мережу комунікації.

Інтерфейс 28 комунікації, який є еквівалентом інтерфейсу 22 комунікації, може бути, наприклад, виконаний з можливістю розпаковувати кодовані дані 13, щоб запитувати кодовані дані 21 картини.

Як інтерфейс 22 комунікації, так і інтерфейс 28 комунікації можуть бути виконані як однонаправлені інтерфейси комунікації, як показано за допомогою стрілки для кодованих даних 13 картини на фіг. 1А, направленої від вихідного пристрою 12 до цільового пристрою 14, або як двонаправлені інтерфейси комунікації, а також можуть бути виконані з можливістю, наприклад, відправляти і отримувати повідомлення, наприклад, для встановлення з'єднання, щоб підтвердити або обмінятися будь-якою іншою інформацією, пов'язаною із каналом комунікації і/або передаванням даних, наприклад, передаванням кодованих даних картини.

Декодер 30 виконаний з можливістю отримувати кодовані дані 21 картини і надавати декодовані дані 31 картини або декодовану картинку 31 (додаткові деталі будуть описані нижче, наприклад, на основі фіг. 3).

Пост-процесор 32 цільового пристрою 14 виконаний з можливістю пост-процесингу декодованих даних 31 картини (також відомих як відновлені дані картини), наприклад декодованої картини 31, для отримання пост-процесових даних 33 картини, наприклад пост-процесової картини 33. Пост-процесинг, виконуваний модулем 32 пост-процесингу, може охоплювати, наприклад, конверсію кольорового формату (наприклад, від YCbCr до RGB), корекцію кольору, очищення або повторне вибирання, або будь-яка інша обробка, наприклад підготовка декодованих даних 31 картини до відображення, наприклад за допомогою пристрою 34 відображення.

Пристрій 34 відображення цільового пристрою 14 виконаний з можливістю отримувати пост-процесові дані 33 картини для відображення картини, наприклад, для користувача або глядача. Пристрій 34 відображення може бути або включає будь-який вид дисплея для відображення відновленої картини, наприклад, вбудований або зовнішній дисплей або монітор. Дисплеї можуть, наприклад, охоплювати дисплеї на рідких кристалах (liquid crystal displays, LCD), дисплеї на органічних світлодіодах (organic light emitting diodes, OLED), плазмові дисплеї, проектори, дисплеї на мікросвітлодіодах, рідкі кристали на кремнієвій основі (liquid crystal on silicon, LCoS), цифровий світлопроцесор (digital light processor, DLP) або будь-який вид іншого дисплея.

Також фіг. 1 відображає вихідний пристрій 12 і цільовий пристрій 14 як окремі пристрої; варіанти здійснення пристроїв можуть також охоплювати їх обох або їх обидві функціональні можливості; вихідний пристрій 12 або відповідну функціональну можливість і цільовий пристрій 14 або відповідну функціональну можливість. У таких варіантах здійснення вихідний пристрій 12 або відповідна функціональна можливість і цільовий пристрій 14 або відповідна функціональна можливість можуть бути втілені з використанням однакового апаратного засобу і/або програмного засобу або за допомогою окремих апаратного засобу і/або програмного засобу або будь-якого їх з'єднання.

Як очевидно спеціалісту на основі опису, наявність і (а саме) розділення функціональних можливостей різних модулів або функціональних можливостей серед вихідного пристрою 12 і/або цільового пристрою 14, як показано на фіг. 1, може варіювати залежно від дійсного пристрою і застосування.

Як енкодер 20 (наприклад, відео енкодер 20), так і декодер 30 (наприклад, відео декодер 30), можуть бути виконані як будь-яка із множини придатних електронних схем, таких як один або більше мікропроцесорів, цифрових сигнальних процесорів (digital signal processors, DSPs), спеціалізованих замовлюваних інтегральних схем (application specific integrated circuits, ASICs), програмованих логічних інтегральних схем (field programmable gate arrays, FPGAs), дискретної логіки, апаратних засобів або будь-яких їх комбінацій. Якщо методики частково впроваджують в програмні засоби, пристрій може зберігати інструкції для програмного засобу у придатному не короткочасному комп'ютерозчитуваному засобі зберігання і може запускати інструкції на апаратному засобі, використовуючи один або більше процесорів для виконання методик за даним розкриттям. Будь-що із вищезгаданого (включаючи апаратні, програмні засоби, з'єднання апаратних і програмних засобів тощо) може розглядатися як один або більше процесорів. Кожен з відеоенкодера 20 і відеодекодера 30 можна включити до одного або більше енкодерів або декодерів, кожен з яких можна інтегрувати як частину об'єднаного енкодера-декодера (combined encoder/decoder, CODEC) у відповідному пристрої.

Вихідний пристрій 12 і цільовий пристрій 14 можуть охоплювати будь-який із широкого ряду пристроїв, включаючи будь-який вид переносного або стаціонарного пристрою, наприклад, комп'ютери ноутбук або лептоп, мобільні телефони, смартфони, планшети або планшетні комп'ютери, камери, настільні комп'ютери, телевізійні приставки, телевізори, пристрої відображення, цифрові медіаплеєри, ігрові відеоконсолі, пристрої відео трансляції (такі як сервери контентних послуг або сервери доставки контенту), пристрої приймання трансляцій, пристрої передавання трансляцій тощо, а також можуть використовувати будь-який вид операційної системи. У деяких випадках вихідний пристрій 12 і цільовий пристрій 14 можна обладнати для безпроводного зв'язку. Так, вихідний пристрій 12 і цільовий пристрій 14 можуть бути пристроями безпроводного зв'язку.

У деяких випадках система кодування відео, проілюстрована на фіг. 1, є лише прикладом і методики за даною заявкою можуть застосовуватися до налаштувань кодування відео (наприклад, кодування відео або декодування відео), які не обов'язково включають будь-який обмін даними між пристроями кодування і декодування. В інших прикладах дані повертаються з локальної пам'яті, трансплюються через мережу тощо. Пристрій кодування відео може кодувати і зберігати дані у пам'яті; і/або пристрій декодування відео може повертати і декодувати дані з пам'яті. У деяких прикладах кодування і декодування виконується пристроями, які не мають комунікації один з одним, але просто кодують дані до пам'яті і/або повертають і декодують дані з пам'яті.

Фіг. 2 показує схематичну/принципову блочну діаграму прикладу енкодера 20 відео, який виконано з можливістю втілювати методики даної заявки. У прикладі за фіг. 2 енкодер 20 відео включає модуль 204 обчислення залишку, модуль 206 виконання перетворення, модуль 208 квантування, модуль 210 зворотного квантування і модуль 212 виконання зворотного перетворення, модуль 214 відновлення, буфер 216, модуль 220 контурного фільтра, буфер 230 декодованої картинки (decoded picture buffer, DPB), модуль 260 виконання прогнозування і модуль 270 ентропійного кодування. Модуль 260 виконання прогнозування може включати модуль 244 інтер-прогнозування, модуль 254 інтра-прогнозування і модуль 262 вибирання режиму. Модуль 244 інтер-прогнозування може включати модуль оцінки руху і модуль компенсації руху (не показані). Відео енкодер 20, як показано на фіг. 2, може також називатися гібридним відео енкодером або відео енкодером згідно з гібридним відео кодеком.

Наприклад, модуль 204 обчислення залишку, модуль 206 виконання перетворення, модуль 208 квантування, модуль 260 виконання прогнозування і модуль 270 ентропійного кодування формують прямий сигнальний канал енкодера 20, тоді, як, наприклад, модуль 210 зворотного квантування, модуль 212 виконання зворотного перетворення, модуль 214 відновлення, буфер 216, контурний фільтр 220, буфер 230 декодованої картинки (decoded picture buffer, DPB), модуль 260 виконання прогнозування формують зворотній сигнальний канал енкодера, причому зворотній сигнальний канал енкодера відповідає сигнальному каналу декодера (дивись декодер 30 на фіг. 3).

Енкодер 20 виконаний з можливістю отримувати, наприклад, за допомогою вводу 202, картинку 201 або блок 203 картини 201, наприклад картинку із послідовності картинок, яка формує відео або послідовність відео. Блок 203 картини може також називатися поточним блоком картини або блоком картини, який підлягає кодуванню, а картинка 201 - як поточна картинка або картинка, яка підлягає кодуванню (зокрема, у кодуванні відео - щоб відрізнити поточну картинку від інших картинок, наприклад попередньо кодовані і/або декодовані картини однакової відео послідовності, наприклад відео послідовності, яка також включає поточну картинку).

Модуль 260 виконання прогнозування, також відомий як модуль 260 виконання прогнозування блока, виконаний з можливістю отримувати або запитувати блок 203 (поточний блок 203 поточної картинки 201) і відновлені дані картинки, наприклад опорні зразки однакової (поточної) картинки з буфера 216 і/або опорні дані 231 картинки з однієї або множини попередньо декодованих картинок з буфера 230 декодованої картинки і обробляти такі дані для прогнозування, тобто забезпечувати блок 265 прогнозування, який може бути блоком 245 інтер-прогнозування або блоком 255 інтра-прогнозування.

Модуль 262 вибирання режиму може бути виконаний з можливістю обирати режим прогнозування (наприклад, режим інтра- або інтер-прогнозування) і/або відповідний блок 245 або 255 прогнозування, який слід використовувати як блок 265 прогнозування для обчислення залишкового блока 205 і для відновлення відновленого блока 215.

Варіанти здійснення модуля 262 вибирання режиму можуть бути виконані з можливістю обирати режим прогнозування (наприклад, серед тих, які підтримує модуль 260 виконання прогнозування), який забезпечує найкращу відповідність або, іншими словами, мінімальний залишок (мінімальний залишок означає краще стиснення для передавання або зберігання) або мінімальне службове сигналізування (мінімальне службове сигналізування означає краще стиснення для передавання або зберігання), або який передбачає або збалансовує обидва. Модуль 262 вибирання режиму може бути виконаний із можливістю визначати режим прогнозування на основі оптимізації коефіцієнта спотворення (rate distortion optimization, RDO), тобто обирати режим прогнозування, який забезпечує оптимізацію мінімального коефіцієнта спотворення або який, пов'язаний із коефіцієнтом спотворення, принаймні задовольняє критерію вибирання режиму прогнозування.

Модуль 254 інтер-прогнозування додатково виконаний з можливістю визначати блок 255 інтра-прогнозування на основі параметра інтра-прогнозування, наприклад, вибраного режиму інтра-прогнозування. У будь-якому випадку, слідом за вибранням режиму інтра-прогнозування, модуль 254 інтра-прогнозування також виконано з можливістю надавати параметр інтра-прогнозування, тобто індикативну інформацію вибраного режиму інтра-прогнозування для блока, до модуля 270 ентропійного кодування. В одному прикладі модуль 254 інтра-прогнозування може бути виконаний з можливістю забезпечувати будь-яку комбінацію методик інтра-прогнозування, описаних у подальшому.

Варіанти здійснення відео енкодера 20 можуть охоплювати модуль розбивання картинки (не показаний на фіг. 2), виконаний з можливістю розбивати картинку на множину (як правило, не взаємно накладених) блоків картинки. Такі блоки можуть також називатися кореневими блоками, макро-блоками (H.264/AVC) або блоками кодового дерева (CTB) або модулями кодового дерева (CTU) (H.265/HEVC і VVC). Модуль розбивання картинки може бути виконаний з можливістю використовувати однаковий розмір блока для усіх картинок відео послідовності і відповідну сітку, яка визначає розмір блока, або змінювати розмір блока між картинками або підгрупами або групами картинок, і розбивати кожну картинку на відповідні блоки.

Як і картинка, блок картинки, в свою чергу, розглядається або може розглядатися як двовимірний масив або матриця зразків із величинами інтенсивності (величинами зразку) теж менших розмірів, ніж картинка. Іншими словами, блок може охоплювати, наприклад, один зразковий масив (наприклад, масив яскравості у випадку із монохромною картинкою або масив яскравості або кольоровості у випадку із кольоровою картинкою), або три разкові масиви (наприклад, один масив яскравості і два масиви кольоровості у випадку із кольоровою картинкою), або будь-яке інше число або вид масивів залежно від застосованого формату кольору. Число зразків у горизонтальному і вертикальному напрямку (або осях) блока визначають розмір блока. Відповідно, блок може мати вигляд, наприклад, $M \times N$ (M колонок на N рядків) масиву відносно зразків або $M \times N$ масиву відносно коефіцієнтів перетворення.

Варіанти здійснення відео енкодера, як показано на фіг. 2, можуть бути виконані з можливістю кодувати картинку блок за блоком, наприклад, кодування і прогнозування виконується над кожним блоком.

Варіанти здійснення відео енкодера, як показано на фіг. 2, додатково можуть бути виконані з можливістю розбивати і/або кодувати картинку, використовуючи фрагменти (які також називаються відео фрагментами), причому картинка може розбиватися або кодуватися, використовуючи один або більше фрагментів (таких, які, як правило, взаємно не накладаються) і кожен фрагмент може охоплювати один або більше блоків (наприклад, CTU).

Варіанти здійснення відео енкодера, як показано на фіг. 2, можуть бути додатково виконані з можливістю розбивати і/або кодувати картинку, використовуючи мозаїчні групи (також називаються мозаїчними групами відео) і/або мозаїки (також називаються відео мозаїка), причому картинка може розбиватися або кодуватися з використанням однієї або більше

мозаїчних груп (як правило таких, що взаємно не накладаються) і кожна мозаїчна група може охоплювати, наприклад, один або більше блоків (наприклад, СТУ) або одну або більше мозаїк, причому кожна мозаїка, наприклад, може мати прямокутну форму і може охоплювати один або більше блоків (наприклад, СТУ), наприклад, завершені або дрібні блоки.

Фіг. 3 представляє прикладний відео декодер 30, який виконано з можливістю впроваджувати методики цієї дійсної заявки. Відео декодер 30 виконаний з можливістю отримувати кодовані дані 21 картинки (наприклад, кодований бітовий потік), наприклад, кодовані енкодером 100, щоб отримувати декодовану картинку 131. Упродовж процесу декодування відео декодер 30 отримує відеодані, наприклад бітовий потік кодованого відео, який представляє блоки картинки фрагменту кодованого відео і пов'язані синтаксичні елементи від відео енкодера 100.

У прикладі за фіг. 3 декодер 30 включає модуль 304 ентропійного кодування, модуль 310 зворотного квантування, модуль 312 виконання зворотного перетворення, модуль 314 відновлення (наприклад, суматор 314), буфер 316, контурний фільтр 320, буфер 330 декодованої картини і модуль 360 виконання прогнозування. Модуль 360 виконання прогнозування може включати модуль 344 інтер-прогнозування, модуль 354 інтра-прогнозування і модуль 362 вибирання режиму. Відео-декодер 30 може, у деяких прикладах, виконувати процедуру декодування загалом протилежно до процедури кодування, описаної з посиланням на відео-енкодер 20 з фіг. 2.

Модуль 304 ентропійного кодування виконаний з можливістю виконувати ентропійне декодування над даними 21 кодованої картини для отримання, наприклад, коефіцієнтів 309 квантування і/або декодованих параметрів кодування (не показані на фіг. 3), наприклад, (декодованих) будь-яких або усіх параметрів інтер-прогнозування, параметрів інтра-прогнозування, параметрів контурного фільтра і/або інших синтаксичних елементів. Модуль 304 ентропійного кодування додатково виконаний з можливістю пересилати параметри інтер-прогнозування, параметр інтра-прогнозування і/або інші синтаксичні елементи до модуля 360 обробки прогнозування. Відеодекодер 30 може отримувати синтаксичні елементи рівні відео фрагмента і/або на рівні відео блока.

Модуль 310 зворотного квантування може бути функціонально ідентичним модулю 110 зворотного квантування; модуль 312 виконання зворотного перетворення може бути функціонально ідентичним модулю 112 виконання зворотного перетворення; модуль 314 відновлення може бути функціонально ідентичним модулю 114 відновлення; буфер 316 може бути функціонально ідентичним буферу 116; контурний фільтр 320 може бути функціонально ідентичним контурному фільтру 120; а буфер 330 декодованої картини може бути функціонально ідентичним буферу 130 декодованої картини.

Модуль 360 обробки прогнозування може охоплювати модуль 344 інтер-прогнозування і модуль 354 інтра-прогнозування, причому модуль 344 інтер-прогнозування може функціонально бути схожим на модуль 144 інтер-прогнозування, а модуль 354 інтра-прогнозування може функціонально бути схожим на модуль 154 інтра-прогнозування. Модуль 360 обробки прогнозування, як правило, виконаний з можливістю виконувати блочне прогнозування і/або отримувати блок 365 прогнозування від кодованих даних 21 і отримувати або отримувати (безпосередньо або опосередковано) параметри, пов'язані із прогнозуванням і/або інформацію про вибраний режим прогнозування, наприклад, від модуля 304 ентропійного декодування.

Якщо відео фрагмент кодується як інтра-кодований (І) фрагмент, модуль 354 інтра-передбачення модуля 360 обробки прогнозування виконується з можливістю створювати блок 365 прогнозування для блока картини поточного відео фрагмента на основі сигнального режиму інтра-прогнозування, а також даних від попередньо декодованих блоків поточного кадру або картини. Якщо відео кадр кодовано як інтер-кодований (тобто, В, або Р) фрагмент, модуль 344 інтер-прогнозування (наприклад, модуль компенсації руху) модуля 360 обробки прогнозування, виконується з можливістю створювати блоки 365 прогнозування для відеоблока поточного відео фрагмента на основі векторів руху і інших синтаксичних елементів, отриманих від модуля 304 ентропійного кодування. Для інтер-прогнозування блоки прогнозування можуть бути створені від однієї з опорних картинок всередині одного зі списків опорної картини. Відео декодер 30 може складати списки опорного кадру, список 0 і список 1, використовуючи стандартні методики складання на основі опорних картинок, збережених в DPB 330.

Модуль 360 обробки прогнозування виконаний з можливістю визначати інформацію прогнозування для відео блока поточного відео фрагменту шляхом синтаксичного аналізу векторів руху і інших синтаксичних елементів, а також використовує інформацію прогнозування для створення блоків прогнозування для поточного відео блока, який декодується. Наприклад, модуль 360 обробки прогнозування використовує деякі з отриманих синтаксичних елементів для

визначення режиму прогнозування (наприклад, інтра- або інтер-прогнозування), що використовується для кодування відео блоків відео фрагменту, типу інтер-прогнозного фрагменту (наприклад, В-фрагмент, Р-фрагмент або GPB-фрагмент), складової інформації для одного або більше списків опорної картинки для фрагменту, векторів руху для кожного інтер-прогнозованого відео блока фрагмента, стан інтер-прогнозування для кожного інтер-кодованого відео блока фрагмента та іншу інформацію для декодування відео блоків у поточному відео фрагменті.

Модуль 310 зворотного квантування виконаний з можливістю зворотно квантувати, тобто де-квантувати, квантовані коефіцієнти перетворення, надані у бітовому потоці і декодовані за допомогою модуля 304 ентропійного декодування. Процес зворотного квантування може включати використання параметра квантування, обчисленого відео еncoderом 100 для кожного відео блока у відео фрагменті, щоб визначати ступінь квантування і, аналогічно, ступінь зворотного квантування, який можна буде застосувати.

Модуль 312 обробки зворотного перетворення виконаний з можливістю застосовувати зворотне перетворення, наприклад, зворотне DCT, зворотне цілочислове перетворення або концептуально подібний процес зворотного перетворення, до коефіцієнтів перетворення з метою створювати залишкові блоки в області пікселів.

Модуль 314 відновлення (наприклад, суматор 314) виконаний з можливістю додавати блок 313 зворотного перетворення (тобто блок 313 відновленого залишку) до блока 365 прогнозування для отримання блока 315 відновлення в області зразків, наприклад, шляхом додавання значень зразка блока 313 відновленого залишку і значень зразка блока 365 прогнозування.

Модуль 320 контурного фільтра (або у контурі кодування, або після контуру кодування) виконаний з можливістю фільтрування блока 315 відновлення для отримання фільтрованого блока 321, наприклад, щоб згладити піксельні переходи або, в іншому випадку, покращити якість відео. В одному прикладі модуль 320 контурного фільтра може бути виконаний з можливістю виконувати будь-яку комбінацію методик фільтрування, описаних у подальшому. Модуль 320 контурного фільтра призначений для представлення одного або більше контурних фільтрів, таких як деблокуючий фільтр, адаптивний до зразків фільтр зі зміщенням (sample-adaptive offset, SAO) або інші фільтри, наприклад, фільтр двосторонньої дії або адаптивний контурний фільтр (adaptive loop filter, ALF) або фільтри збільшення різкості або згладжування, або об'єднані фільтри. Хоча модуль 320 контурного фільтра, показаний на фіг. 3, знаходиться як фільтр у контурі, у інших конфігураціях модуль 320 контурного фільтра може бути втілений як пост-контурний фільтр.

Декодовані відео блоки 321 у даному кадрі або картинці у подальшому зберігаються у буфері 330 декодованої картинки, який зберігає опорні картинки, використовувані для наступної компенсації руху.

Декодер 30 виконаний з можливістю виводити декодовану картинку 331, наприклад, через вивід 332, для демонстрації або візуалізації користувачу.

Інші варіанти відео декодера 30 можна використовувати для декодування стисненого бітового потоку. Наприклад, декодер 30 може створювати вивідний відео потік без модуля 320 контурної фільтрації. Наприклад, не перетворюючий декодер 30 може назад квантувати залишковий сигнал безпосередньо без модуля 312 обробки зворотного перетворення для певних блоків або кадрів. У ще одному втіленні відео декодер 30 може мати модуль 310 зворотного квантування і модуль 312 обробки зворотного перетворення, об'єднані у єдиний модуль.

Варіанти здійснення відео декодера, як показано на фіг. 3, можуть бути виконані з можливістю розбивати і/або декодувати картинку, використовуючи фрагменти (які також називаються відеофрагментами), причому картинка може розбиватися або декодуватися, використовуючи один або більше фрагментів (таких, які, як правило, взаємно не накладаються) і кожен фрагмент може охоплювати один або більше блоків (наприклад, CTU).

Варіанти здійснення відео декодера, як показано на фіг. 3, можуть бути виконані з можливістю розбивати і/або декодувати картинку, використовуючи мозаїчні групи (також називаються мозаїчними групами відео) і/або мозаїки (також називаються відео мозаїки), причому картинка може розбиватися або декодуватися з використанням однієї або більше мозаїчних груп (як правило таких, що взаємно не накладаються) і кожна мозаїчна група може охоплювати, наприклад, один або більше блоків (наприклад, CTU) або одну або більше мозаїк, причому кожна мозаїка, наприклад, може мати прямокутну форму і може охоплювати один або більше блоків (наприклад, CTU), наприклад, завершені або дрібні блоки.

Слід розуміти, що у енкодері і декодері результат обробки на поточному етапі може бути додатково оброблений і потім виведений на наступний етап. Наприклад, після інтерполяційної фільтрації, витягування вектора руху або контурної фільтрації, може виконуватися додаткова операція, така як усічення або зміщення, над результатом обробки інтерполяційної фільтрації, витягування вектора руху або контурної фільтрації.

Згідно зі стандартом HEVC/H.265, пропонується 35 режимів інтра-прогнозування. Цей набір включає наступні режими: планарний режим (індекс режиму інтра-прогнозування становить 0), DC режим (індекс режиму інтра-прогнозування становить 1) і направлені (ангулярні) режими, які покривають діапазон у 180° і мають діапазон значень індексу режиму інтра-прогнозування 2-34. Щоб захопити довільні напрямки країв, присутніх у натуральному відео, кількість направлених інтра-режимів розширюється від 33, в контексті HEVC, до 65. Додаткові направлені режими показані на фіг. 4, а планарний і DC режими залишаються однаковими. Варто відзначити, що діапазон, який покривають режими інтра-прогнозування, може бути ширшим 180° . Зокрема, 62 направлені режими із індексними значеннями 3-64, покривають діапазон приблизно 230° , тобто декілька пар режимів мають протилежну направленість. У разі Опорної моделі HEVC (HM) і JEM платформ лише одна пара ангулярних режимів (а саме, режимів 2 і 66) має протилежну направленість, як показано на фіг. 4. Для побудови засобу прогнозування звичайні ангулярні режими беруть опорні зразки і (за необхідністю) фільтрують їх, щоб отримати засіб прогнозування зразка. Кількість опорних зразків, необхідна для побудови прогнозування, залежить від довжини фільтра, використаного для інтерполяції (наприклад, білінійні і кубічні фільтри мають довжину, відповідно, 2 і 4).

Фіг. 4 показує приклад 67 режимів інтра-прогнозування, наприклад, як запропоновано для VVC, множину режимів інтра-прогнозування із 67 режимів інтра-прогнозування, які включають: планарний режим (індекс 0), dc режим (індекс 1) і ангулярні режими з індексами 2-66, причому лівий нижній ангулярний режим на фіг. 4 посилається на індекс 2, а нумерація індексів, які збільшуються до 66, який є найбільш ангулярним режимом у правій верхівці на фіг. 4.

Схеми кодування відео, такі як H.264/AVC і HEVC, розроблялися паралельно з успішним принципом гібридного кодування відео на основі блоків. Завдяки цьому принципу картинка спочатку розбивається на блоки, а потім кожен блок прогнозується за допомогою використання прогнозування інтра-картинки або інтер-картинки.

У даному документі термін "блок" може означати частину картинки або кадру. Для зручності опису варіанти здійснення винаходу описуються з посиланням на Високоєфективне відео кодування (High-Efficiency Video Coding, HEVC) або опорний програмний засіб Універсального відео кодування (Versatile video coding, VVC), розроблені Командою об'єднаного співробітництва з питань кодування відео (Joint Collaboration Team on Video Coding, JCT-VC) з Експертної групи з питань кодування відео ITU-T (Video Coding Experts Group, VCEG) та Експертної групи з питань рухомого зображення ISO/IEC (Motion Picture Experts Group, MPEG). Спеціаліст у області техніки зрозуміє, що варіанти здійснення винаходу не обмежуються HEVC або VVC. Це може стосуватися CU, PU та TU в HEVC модуль CTU ділиться на CU шляхом використання структури квадро-дерева, позначеного як кодове дерево. Рішення, чи кодувати область картинки з використанням прогнозування інтер-картинки (часове) або інтра-картинки (просторове) приймається на рівні CU. Кожен CU може бути додатково поділений на один, два або чотири PU згідно з типом поділу PU. Всередині одного PU застосовується однаковий процес прогнозування і відповідна інформація передається до декодера на базі PU. Після отримання залишкового блока, застосовуючи процес прогнозування на основі типу поділу PU, CU може розбиватися на модулі перетворення (transform units, TU) згідно з іншою структурою квадро-дерева подібно до кодового дерева для CU. У найновіших розробках методик стиснення відео розбивання методом квадро-дерева і бінарного дерева (Quad-tree and binary tree, QTBT) використовують для розбивання кодового блока. У QTBT блокувій структурі CU може мати або квадратну, або прямокутну форму. Наприклад, модуль кодового дерева (coding tree unit, CTU) спочатку розбивають на структуру квадро-дерева. Листкові вузли квадро-дерева додатково розбивають на структуру бінарного дерева. Листкові вузли бінарного дерева називаються модулями кодування (coding units, CU) і така сегментація використовується для обробки прогнозуванням і перетворенням без будь-якого додаткового розбивання. Це означає, що CU, PU і TU мають однаковий розмір блока в блокувій структурі кодування QTBT. Паралельно передбачалося багаторазове розбивання, наприклад, розбивання трійкового дерева, для використання разом із блоковою структурою QTBT.

ITU-T VCEG (Q6/16) і ISO/IEC MPEG (JTC 1/SC 29/WG 11) вивчають потенційну потребу для стандартизації майбутньої технології кодування відео із здатністю стиснення, яка значно перевищує здатність дійсного стандарту HEVC (включаючи його дійсні розширення і

перспективні розширення для кодування вмісту екрану і кодування розширеного динамічного діапазону). Групи співпрацюють у даній дослідницькій діяльності зусиллям об'єднаного співробітництва, відомого як Об'єднана команда (Joint Video Exploration Team, JVET) з дослідження відео, для оцінки рішень з технології стиснення, запропонованих їх експертами у даній галузі.

VTM (Versatile Test Model, Універсальна тестова модель) використовує 35 інтра-режимів, тоді як BMS (Benchmark Set, Тестовий набір) використовує 67 інтра-режимів. Інтра-прогнозування - це механізм, що використовується у багатьох платформах кодування відео для збільшення ефективності стиснення у випадках, коли можливо залучити тільки наданий кадр.

Як показано на фіг. 4, найновіша версія JEM має деякі режими, які відповідають асиметричним напрямкам інтра-прогнозування. Для будь-якого з цих режимів, якщо відповідна позиція у складі блока є дрібною, то для прогнозування зразків у складі блока слід виконувати інтерполяцію набору сусідніх опорних зразків. HEVC і VVC використовує лінійну інтерполяцію між двома прилеглими опорними зразками. JEM використовує більш удосконалені 4-відвідні інтерполяційні фільтри. Коефіцієнти фільтра вибираються або Гаусові, або Кубічні, залежно від значення ширини або висоти. Рішення про необхідність використання ширини або довжини узгоджується із рішенням про вибір основної опорної грані: якщо режим інтра-прогнозування є більшим або дорівнює діагональному режиму, у якості основної опорної грані вибирається верхня грань опорних зразків, а значення ширини вибирається для визначення використовуваного інтерполяційного фільтра.

У іншому випадку опора основної грані вибирається з лівої грані блока, а висота контролює процес вибирання фільтра. Конкретно, якщо довжина вибраної грані менша або дорівнює 8 зразкам, застосовується 4-відвідна кубічна інтерполяція. У іншому випадку інтерполяційним фільтром стає 4-відвідний Гаусовий.

В таблиці 1 подається особливий фільтровий коефіцієнт, який використовується в JEM. Прогнозований зразок обчислюється за допомогою згортання з коефіцієнтами, вибраними з Таблиці 1 згідно з субпіксельним зміщенням і типом фільтра, як показано далі:

$$s(x) = \left(\sum_{i=0}^{l-1} (\text{ref}_{i+x} \cdot c_i) + 128 \right) \gg 8$$

У даному виразі, " $\gg$ " показує порозрядну операцію зі зсувом праворуч.

Якщо вибирається кубічний фільтр, прогнозований зразок додатково зрізається до допустимого діапазону значень, який визначається або в SPS, або витягується з бітової глибини вибраних компонентів.

Таблиця 1

Інтерполяційні фільтри інтра-прогнозування

Субпіксельне зміщення	Кубічний фільтр				Гаусовий фільтр			
	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
0 (ціле)	0	256	0	0	47	161	47	1
1	-3	252	8	-1	43	161	51	1
2	-5	247	17	-3	40	160	54	2
3	-7	242	25	-4	37	159	58	2
4	-9	236	34	-5	34	158	62	2
5	-10	230	43	-7	31	156	67	2
6	-12	224	52	-8	28	154	71	3
7	-13	217	61	-9	26	151	76	3
8	-14	210	70	-10	23	149	80	4
9	-15	203	79	-11	21	146	85	4
10	-16	195	89	-12	19	142	90	5
11	-16	187	98	-13	17	139	94	6
12	-16	179	107	-14	16	135	99	6
13	-16	170	116	-14	14	131	104	7
14	-17	162	126	-15	13	127	108	8
15	-16	153	135	-16	11	123	113	9
16 (пів-піксель)	-16	144	144	-16	10	118	118	10
17	-16	135	153	-16	9	113	123	11
18	-15	126	162	-17	8	108	127	13
19	-14	116	170	-16	7	104	131	14

20	-14	107	179	-16	6	99	135	16
21	-13	98	187	-16	6	94	139	17
22	-12	89	195	-16	5	90	142	19
23	-11	79	203	-15	4	85	146	21
24	-10	70	210	-14	4	80	149	23
25	-9	61	217	-13	3	76	151	26
26	-8	52	224	-12	3	71	154	28
27	-7	43	230	-10	2	67	156	31
28	-5	34	236	-9	2	62	158	34
29	-4	25	242	-7	2	58	159	37
30	-3	17	247	-5	2	54	160	40
31	-1	8	252	-3	1	51	161	43

- 5 Процес компенсації руху також застосовує фільтрацію для прогнозування значень зразків, якщо зміщення пікселів опорного блока є дрібним. В JEM використовується 8-відвідна фільтрація для компонента яскравості і використовується 4-відвідна поздовжня фільтрація для компонента кольоровості. Фільтр інтерполяції руху спершу застосовується горизонтально, а вивід горизонтальної фільтрації додатково фільтрується вертикально. Коефіцієнти 4-відвідного фільтра кольоровості наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Коефіцієнти кольоровості фільтра інтерполяції руху

Субпіксельне зміщення	c0	c1	c2	c3
0 (ціле)	0	64	0	0
1	-1	63	2	0
2	-2	62	4	0
3	-2	60	7	-1
4	-2	58	10	-2
5	-3	57	12	-2
6	-4	56	14	-2
7	-4	55	15	-2
8	-4	54	16	-2
9	-5	53	18	-2
10	-6	52	20	-2
11	-6	49	24	-3
12	-6	46	28	-4
13	-5	44	29	-4
14	-4	42	30	-4
15	-4	39	33	-4
16 (пів-піксель)	-4	36	36	-4
17	-4	33	39	-4
18	-4	30	42	-4
19	-4	29	44	-5
20	-4	28	46	-6
21	-3	24	49	-6
22	-2	20	52	-6
23	-2	18	53	-5
24	-2	16	54	-4
25	-2	15	55	-4
26	-2	14	56	-4
27	-2	12	57	-3
28	-2	10	58	-2
29	-1	7	60	-2
30	0	4	62	-2
31	0	2	63	-1

- 10 Сучасні рішення кодування відео використовують різні інтерполяційні фільтри у інтра- та інтер-прогнозуванні. Зокрема, фіг. 5-7 показують різні приклади інтерполяційних фільтрів.

Фіг. 5 схематично ілюструє інтерполяційні фільтри, які використовуються в JEM. Як видно з фігури, для інтерполяції компенсації руху дрібних позицій в інтер-прогнозуванні, 8-відвідний інтерполяційний фільтр з 6-бітовими коефіцієнтами використовується для яскравості, а 4-відвідний інтерполяційний фільтр з 6-бітовими коефіцієнтами використовується для кольоровості. Додатково, для інтерполяції інтра-опорного зразка в інтра-прогнозуванні, використовується Гаусовий 4-відвідний інтерполяційний фільтр з 8-бітовими коефіцієнтами або Кубічний 4-відвідний інтерполяційний фільтр з 8-бітовими коефіцієнтами.

Фіг. 6 схематично ілюструє інтерполяційні фільтри, запропоновані для Базового експерименту CE3 3.1.3 (Г. Ван дер Аувера та інші: JVET K1023 "Опис базового експерименту 3 (Core Experiment 3, CE3): інтра-прогнозування і кодування режиму", версія 2). Як видно з фігури, для інтерполяції компенсації руху дрібних позицій в інтер-прогнозуванні, 8-відвідний інтерполяційний фільтр з 6-бітовими коефіцієнтами використовується для яскравості, а 4-відвідний інтерполяційний фільтр з 6-бітовими коефіцієнтами використовується для кольоровості. Додатково, для інтерполяції інтра-опорного зразка в інтра-прогнозуванні, використовується Гаусовий 6-відвідний інтерполяційний фільтр з 8-бітовими коефіцієнтами або Кубічний 4-відвідний інтерполяційний фільтр з 8-бітовими коефіцієнтами.

Фіг. 7 схематично ілюструє інтерполяційні фільтри, запропоновані в документі Г. Ван дер Аувера та ін.: JVET K0064 "Стосовно CE3: Про MDIS і вмикання інтра-інтерполяційного фільтра", версія 2. Як видно з фігури, для інтерполяції компенсації руху дрібних позицій в інтер-прогнозуванні, 8-відвідний інтерполяційний фільтр з 6-бітовими коефіцієнтами використовується для яскравості, а 4-відвідний інтерполяційний фільтр з 6-бітовими коефіцієнтами використовується для кольоровості. Додатково, для інтерполяції інтра-опорного зразка в інтра-прогнозуванні, використовується Гаусовий 6-відвідний інтерполяційний фільтр з 8-бітовими коефіцієнтами або Кубічний 6-відвідний інтерполяційний фільтр з 8-бітовими коефіцієнтами.

Згідно з даним розкриттям, багаторазово використовуються довідкові таблиці і апаратні модулі субпіксельного фільтра компенсації руху і кольоровості для інтерполяції піксельних значень всередині засобу інтер-прогнозування, якщо вони розпадаються на дрібні позиції між опорними зразками. Враховуючи, що однакові апаратні засоби планується використовувати як для інтер-, так і для інтра-прогнозування, точність коефіцієнтів фільтра мають бути сталими, тобто число бітів, які представляють коефіцієнти фільтра для інтерполяції інтра-опорних зразків, повинне збігатися з точністю коефіцієнта інтерполяційного фільтрування компенсації субпіксельного руху.

Фіг. 8 ілюструє ідею пропонованого розкриття. Заштрихований "4-відвідний інтерполяційний фільтр з 6-бітовими коефіцієнтами для кольоровості" (у подальшому називається "Уніфікований інтра/інтер фільтр") може використовуватись для обох процесів: інтерполяції інтра- та інтер-прогнозованих зразків.

Варіант здійснення, який використовує таке рішення, показаний на фіг. 9. У даному втіленні модуль фільтрування втілений у якості окремого модуля, який задіяний як у прогнозуванні зразків кольоровості в компенсації руху, так і в прогнозуванні зразків яскравості і кольоровості під час виконання інтра-прогнозування. У даному втіленні апаратна фільтрувальна частина використовується як у процесах інтра-, так і інтер-прогнозування.

Ще один варіант здійснення відображає втілення, коли багаторазово використовуються лише LUT коефіцієнтів фільтру, як показано на фіг. 10. У цьому варіанті здійснення апаратні модулі фільтрування завантажують коефіцієнти з LUT, збережених у ROM. Перемикач, показаний в процесі інтра-прогнозування, визначає тип фільтра, використовуваного залежно від довжини головної грані, вибраної для процесу інтра-прогнозування.

Варіант за наданою заявкою може використовувати наступні коефіцієнти (див. Таблицю 3).

Таблиця 3

Інтра- та інтер-інтерполяційні фільтри

Субпіксельне зміщення	Уніфікований інтра/інтер фільтр				Гаусовий фільтр			
	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
0 (ціле)	0	64	0	0	16	32	16	0
1	-1	63	2	0	15	29	17	3
2	-2	62	4	0	14	29	18	3
3	-2	60	7	-1	14	29	18	3
4	-2	58	10	-2	14	28	18	4
5	-3	57	12	-2	13	28	19	4
6	-4	56	14	-2	12	28	20	4
7	-4	55	15	-2	12	27	20	5
8	-4	54	16	-2	11	27	21	5
9	-5	53	18	-2	11	27	21	5
10	-6	52	20	-2	10	26	22	6
11	-6	49	24	-3	10	26	22	6
12	-6	46	28	-4	9	26	23	6
13	-5	44	29	-4	9	26	23	6
14	-4	42	30	-4	8	25	24	7
15	-4	39	33	-4	8	25	24	7
16 (пів-піксель)	-4	36	36	-4	7	25	25	7
17	-4	33	39	-4	7	24	25	8
18	-4	30	42	-4	7	24	25	8
19	-4	29	44	-5	6	23	26	9
20	-4	28	46	-6	6	23	26	9
21	-3	24	49	-6	6	22	26	10
22	-2	20	52	-6	6	22	26	10
23	-2	18	53	-5	5	21	27	11
24	-2	16	54	-4	5	21	27	11
25	-2	15	55	-4	5	20	27	12
26	-2	14	56	-4	4	20	28	12
27	-2	12	57	-3	4	19	28	13
28	-2	10	58	-2	4	18	28	14
29	-1	7	60	-2	3	18	29	14
30	0	4	62	-2	3	18	29	14
31	0	2	63	-1	3	17	29	15

Інтра-прогнозований зразок може бути обчислений за допомогою згортання з коефіцієнтами, вибраними з Таблиці 1 згідно з субпіксельним зміщенням і типом фільтру, як показано далі:

$$s(x) = \left(\sum_{i=0}^{i \leq 4} (\text{ref}_{i+x} \cdot c_i) + 32 \right) \gg 6$$

5

У даному виразі “ $\gg$ ” показує порозрядну операцію зі зсувом праворуч.

Якщо вибирається фільтр "Уніфікований інтра/інтер фільтр", прогнозований зразок додатково зрізається до допустимого діапазону значень, який або визначається в SPS, або витягується з бітової глибини вибраного компоненту.

10

Для інтерполяції інтра-опорного зразка і інтерполяції суб-піксельної компенсації руху може використовуватися однаковий фільтр, як для багаторазового використання апаратних модулів, так і для зниження загального розміру необхідної пам'яті.

Точність коефіцієнтів фільтра, використовуваних для інтерполяції інтра-опорного зразка додатково до фільтра багаторазового використання, повинна збігатися з точністю коефіцієнтів вищевказаного фільтра багаторазового використання.

15

Слід відмітити, що обробка яскравості у компенсації руху не обов'язково використовує 8-відвідне фільтрування, але може також діяти на 4-відвідному фільтруванні. У такому випадку уніфікованим може бути вибрано 4-відвідний фільтр.

Спосіб можна застосовувати у різних частинах процесу інтра-прогнозування, які можуть бути залучати інтерполяцію. Особливо, при розширенні головних опорних зразків, граничні опорні зразки можуть також фільтруватися з використанням універсального інтерполяційного фільтра

20

(більш детально див. В. Драджеон (V. Drugeon): JVET-K0211 "CE3: DC режим без ділення і модифікацій інтра-фільтрування (випробування 1.2.1, 2.2.2 і 2.5.1)» версія 1).

Операції копіювання інтра блоку також залучають етап інтерполяції, який може використовувати запропонований спосіб (для опису копіювання інтра-блоку див. Сяожон Ксу, Шан Лиу, Тсу-Дер Чван, Ю-Вен Хван, Шавмін Лей, Крішнакант Рапака, Чао Пан, Вадім Серегін, Йе-Кві Ван, Марта Карцевіч: Копія інтра-блоку в Розширених функціях кодування вмісту екрану. Організація IEEE, Журнал передових та вибраних проблематик в електронних схемах і системах (J. Emerg. Sel. Topics Circuits Syst.) 6(4): 409-419 (2016)). Пропонується спосіб для інтра- прогнозування; спосіб включає: використання інтерполяційного фільтра для компонента кольоровості, як інтерполяційного фільтра для інтра-прогнозування блоку.

У варіанті здійснення довідкова таблиця інтерполяційного фільтра для компонента кольоровості ідентична довідковій таблиці інтерполяційного фільтра для інтра-прогнозування.

У варіанті здійснення довідкова таблиця інтерполяційного фільтра для компонента кольоровості не ідентична довідковій таблиці інтерполяційного фільтра для інтра-прогнозування.

У варіанті здійснення інтерполяційний фільтр є 4-відвідним фільтром.

У варіанті здійснення довідкова таблиця інтерполяційного фільтра для компонента кольоровості має вигляд:

Субпіксельне зміщення	c0	c1	c2	c3
0 (ціле)	0	64	0	0
1	-1	63	2	0
2	-2	62	4	0
3	-2	60	7	-1
4	-2	58	10	-2
5	-3	57	12	-2
6	-4	56	14	-2
7	-4	55	15	-2
8	-4	54	16	-2
9	-5	53	18	-2
10	-6	52	20	-2
11	-6	49	24	-3
12	-6	46	28	-4
13	-5	44	29	-4
14	-4	42	30	-4
15	-4	39	33	-4
16 (пів-піксель)	-4	36	36	-4
17	-4	33	39	-4
18	-4	30	42	-4
19	-4	29	44	-5
20	-4	28	46	-6
21	-3	24	49	-6
22	-2	20	52	-6
23	-2	18	53	-5
24	-2	16	54	-4
25	-2	15	55	-4
26	-2	14	56	-4
27	-2	12	57	-3
28	-2	10	58	-2
29	-1	7	60	-2
30	0	4	62	-2
31	0	2	63	-1

Пропонується спосіб для інтра-прогнозування; спосіб включає: вибір інтерполяційного фільтра з набору інтерполяційних фільтрів інтра-прогнозування блоку.

У варіанті здійснення набір інтерполяційних фільтрів включає Гаусовий фільтр і Кубічний фільтр.

У варіанті здійснення довідкова таблиця вибраного інтерполяційного фільтра ідентична довідковій таблиці інтерполяційного фільтра для компонента кольоровості.

У варіанті здійснення вибраний інтерполяційний фільтр є 4-відвідним фільтром.

У варіанті здійснення вибраний інтерполяційний фільтр є Кубічним фільтром.

У варіанті здійснення довідкова таблиця вибраного інтерполяційного фільтра має вигляд:

Субпіксельне зміщення	c0	c1	c2	c3
0 (ціле)	0	64	0	0
1	-1	63	2	0
2	-2	62	4	0
3	-2	60	7	-1
4	-2	58	10	-2
5	-3	57	12	-2
6	-4	56	14	-2
7	-4	55	15	-2
8	-4	54	16	-2
9	-5	53	18	-2
10	-6	52	20	-2
11	-6	49	24	-3
12	-6	46	28	-4
13	-5	44	29	-4
14	-4	42	30	-4
15	-4	39	33	-4
16 (пів-піксель)	-4	36	36	-4
17	-4	33	39	-4
18	-4	30	42	-4
19	-4	29	44	-5
20	-4	28	46	-6
21	-3	24	49	-6
22	-2	20	52	-6
23	-2	18	53	-5
24	-2	16	54	-4
25	-2	15	55	-4
26	-2	14	56	-4
27	-2	12	57	-3
28	-2	10	58	-2
29	-1	7	60	-2
30	0	4	62	-2
31	0	2	63	-1

5

У варіанті здійснення довідкова таблиця вибраного інтерполяційного фільтра має вигляд:

Субпіксельне зміщення	c0	c1	c2	c3
0 (ціле)	16	32	16	0
1	15	29	17	3
2	14	29	18	3
3	14	29	18	3
4	14	28	18	4
5	13	28	19	4
6	12	28	20	4
7	12	27	20	5
8	11	27	21	5
9	11	27	21	5
10	10	26	22	6
11	10	26	22	6
12	9	26	23	6
13	9	26	23	6
14	8	25	24	7
15	8	25	24	7
16 (пів-піксель)	7	25	25	7

17	7	24	25	8
18	7	24	25	8
19	6	23	26	9
20	6	23	26	9
21	6	22	26	10
22	6	22	26	10
23	5	21	27	11
24	5	21	27	11
25	5	20	27	12
26	4	20	28	12
27	4	19	28	13
28	4	18	28	14
29	3	18	29	14
30	3	18	29	14
31	3	17	29	15

Пропонується енкодер, який включає схему обробки для здійснення будь-якого з вищевказаних способів.

Пропонується декодер, який включає схему обробки для здійснення будь-якого з вищевказаних способів.

Пропонується комп'ютерний програмний продукт, який містить програмний код для виконання будь-якого з вищевказаних способів.

Пропонується декодер, який містить: один або більше процесорів; а також нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, причому програми під час виконання процесорами надають можливість декодеру здійснювати будь-який з вищевказаних способів.

Пропонується енкодер, який містить: один або більше процесорів; а також нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, причому програми під час виконання процесорами надають можливість декодеру здійснювати будь-який з вищевказаних способів.

Наприклад, зрозуміло, що розкриття спільно з описаним способом може також вважатися справедливим для відповідного пристрою або системи, виконаних з можливістю виконувати спосіб і навпаки. Наприклад, якщо описується особливий етап способу, то відповідний пристрій може включати модуль для виконання описаного етапу способу, навіть якщо такий модуль безпосередньо не описаний або проілюстрований на фігурах. Додатково зрозуміло, що особливості різних прикладних аспектів, описаних тут, можуть об'єднуватись одна з іншою, якщо не вказано інше.

Пропонується спосіб для фільтрування залежно від коефіцієнта пропорційності для інтра-прогнозування; спосіб включає:

вибирання інтерполяційного фільтра для блока, призначеного для прогнозування залежно від коефіцієнта пропорційності блока.

У прикладі інтерполяційний фільтр вибирається залежно від напрямку для визначення порогу режиму інтра-прогнозування блока, призначеного для прогнозування.

У прикладі напрямком відповідає куту головної діагоналі блока, призначеного для прогнозування.

У прикладі кут напрямку обчислюється як:

$$\alpha_T = \arctan\left(\frac{H}{W}\right),$$

де W, H є, відповідно, шириною і висотою блока, призначеного для прогнозування.

У прикладі коефіцієнтом пропорційності є

$R_A = \log_2(W) - \log_2(H)$, де W, H є, відповідно, ширина і висота блока, призначеного для прогнозування.

У прикладі кут головної діагоналі блока, призначеного для прогнозування, визначаються на основі коефіцієнта пропорційності.

У прикладі визначення порогу режиму інтра-прогнозування блока визначається на основі кута головної діагоналі блока, призначеного для кодування.

У прикладі інтерполяційний фільтр вибирається залежно від сторони, на якій пролягають опорні зображення.

У прикладі пряма лінія за допомогою кута, який відповідає інтра-напрямку, розділяє блок на дві ділянки.

У прикладі опорні зразки, які належать різним ділянкам, прогнозують з використанням різних інтерполяційних фільтрів.

5 У прикладі фільтр включає кубічний інтерполяційний фільтр або гаусовий інтерполяційний фільтр.

У одній формі втілення даної заявки кадр є ідентичним картинці.

10 У одній формі втілення даного розкриття значення, яке відповідає VER_IDX, становить 50; значення, яке відповідає HOR_IDX, становить 18; значення, яке відповідає VDIA_IDX, становить 66, і це значення може бути найбільшим значенням серед значень, які відповідають ангулярним режимам; значення 2, яке відповідає інтра-режиму 2, може бути найменшим значенням серед значень, які відповідають ангулярним режимам; значення, яке відповідає DIA_IDX, становить 34.

15 Дане розкриття направлене на удосконалення в схемі сигналізування інтра-режиму. У даному розкритті пропонується спосіб відео декодування і відео декодер.

В ще одному аспекті даного розкриття декодер, який включає схему обробки, розкривається з можливістю здійснювати вищевказані способи декодування.

В ще одному аспекті даного розкриття пропонується комп'ютерний програмний продукт, який містить програмний код для виконання будь-якого з вищевказаних способів декодування.

20 У ще одному аспекті даного розкриття пропонується декодер; декодер включає: один або більше процесорів; а також нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, причому програми під час виконання процесорами надають можливість декодеру здійснювати будь-який з вищевказаних способів декодування.

25 Схема обробки може бути втілена у апаратних засобах або у комбінації апаратних засобів і програмних засобів, наприклад, за допомогою програмно реалізованого процесора тощо.

Схема обробки може бути втілена у апаратних засобах або у комбінації апаратних засобів і програмних засобів, наприклад, за допомогою програмно реалізованого процесора тощо.

30 Фіг. 11 ілюструє схематичну діаграму множини режимів інтра-прогнозування, використовуваних в схемі HEVC UIP. Для блоків яскравості режими інтра-прогнозування можуть охоплювати до 36 режимів інтра-прогнозування, які можуть включати три ненаправлених режими і 33 направлених режими. Ненаправлені режими можуть охоплювати планарний режим прогнозування, середній (DC) режим прогнозування і режим прогнозування кольоровості за рахунок яскравості (LM). Планарний направлений режим прогнозування може виконувати прогнози, виходячи з коливаний поверхні блока на основі горизонтального і вертикального нахилу, який обумовлений границею блока. Режим DC прогнозування може виконувати прогнози, виходячи з рівної поверхні блока на основі значення, відповідного середньому значенню межі блока. Режим LM прогнозування може виконувати прогнози, виходячи зі значення кольоровості для блока, відповідно значенню яскравості для блока. Направлені режими можуть виконувати прогнози на основі сусідніх блоків, як показано на фіг. 11.

40 H.264/AVC і HEVC обумовлюють, що низькочастотний фільтр можна застосовувати до опорних зразків перед його використанням в процесі інтра-прогнозування. Рішення, чи використовувати фільтр опорних зразків, приймається за допомогою режиму інтра-прогнозування і розміру блока. Цей механізм може називатися як Режим-залежне інтра-згладжування (Mode Dependent Intra Smoothing, MDIS). Існує також множина способів, пов'язаних із MDIS. Наприклад, спосіб Адаптивного згладжування опорного зразка (Adaptive Reference Sample Smoothing, ARSS) може безпосередньо (тобто показник включено у бітовий потік) або опосередковано (тобто, наприклад, використовується приховування даних для запобігання встановлення показника у бітовому потоці, щоб знизити сигнальні обмеження) сигналізувати, чи вже відфільтровані прогнозні зразки. У такому випадку енкодер може прийняти рішення про згладжування за допомогою оцінки втрат коефіцієнта спотворення для усіх потенційних режимів інтра-прогнозування.

50 Як показано на фіг. 11, найновіша версія JEM (JEM-7.2) має деякі режими, які відповідають асиметричним напрямкам інтра-прогнозування. Для будь-якого з цих режимів, якщо відповідна позиція у складі блока є дрібною, то для прогнозування зразків у складі блока слід виконувати інтерполяцію набору сусідніх опорних зразків. HEVC і VVC використовують лінійну інтерполяцію між двома прилеглими опорними зразками. JEM використовує більш удосконалені 4-відвідні інтерполяційні фільтри. Коефіцієнти фільтру вибираються або Гаусові, або Кубічні, залежно від значення ширини або висоти. Рішення про необхідність використання ширини або довжини узгоджується із рішенням про вибір основної опорної грані: якщо режим інтра-прогнозування є

більшим або дорівнює діагональному режиму, у якості основної опорної грані вибирається верхня грань опорних зразків, а значення ширини вибирається для визначення використовуваного інтерполяційного фільтра. У іншому випадку опора основної грані вибирається з лівої грані блока, а висота контролює процес вибирання фільтра. Конкретно, якщо довжина вибраної грані менша або дорівнює 8 зразкам, застосовується 4-відвідна кубічна інтерполяція. У іншому випадку інтерполяційним фільтром стає 4-відвідний Гаусовий.

На фіг. 12 показано приклад вибору інтерполяційного фільтра для режимів менших і більших за діагональ один (позначену як 45°) у випадку з блоком 32×4.

У VVC використовується механізм розбивання, відомий як QTBT, на основі як квадро-дерева, так і бінарного дерева. Як показано зображено на фіг. 13, розбивання QTBT може передбачати не тільки квадратні, а у рівній мірі і прямокутні блоки. Звичайно, що деякі сигнальні обмеження і підвищена обчислювальна складність на стороні екодера є ціною QTBT розбивання порівняно зі звичайним розбиванням на основі квадро-дерева, яке використовується у стандарті HEVC/H.265. Проте, розбивання на основі QTBT наділене кращими властивостями сегментації, а отже, демонструє значно вищу ефективність кодування, ніж звичайне квадро-дерево.

Однак, VVC у своєму поточному стані застосовує однаковий фільтр до обох сторін опорних зразків (до лівої і верхньої). Не має значення, чи орієнтований блок вертикально, або горизонтально; фільтр опорного зразка буде однаковим для обох сторін опорного зразка.

У цьому документі терміни "вертикально орієнтований блок" ("вертикальна орієнтація блока") і "горизонтально розміщений блок" ("горизонтальна орієнтація блока") застосовуються до прямокутних блоків, створених за допомогою платформи QTBT. Ці терміни мають однакове значення, як показано на фіг. 14.

Дане розкриття пропонує механізм для вибору різних фільтрів опорного зразка з метою оцінити орієнтацію блока. Конкретно, ширину і висоту блока перевіряють незалежно, так, що різні фільтри опорного зразка застосовуються до опорного зразка, розташованого на різних сторонах блока, який підлягає прогнозуванню.

У огляді відомого рівня техніки описувалося, що вибір інтерполяційного фільтра гармонізує з рішенням вибору головної опорної сторони. Обидва ці рішення в даний момент опираються на порівняння режиму інтра-прогнозування з напрямком діагоналі (45 градусів).

Однак, слід зазначити, що така конструкція має серйозний недолік для витягнутих блоків. На фіг. 15 можна спостерігати, що навіть якщо коротша сторона вибирається як головна опора, використовуючи критерій порівняння режиму, більшість прогнозованих пікселів все ще будуть витягуватися з опорних зразків довшої сторони (показана як заштрихована ділянка).

Дане розкриття пропонує використовувати альтернативний напрямок для визначення порогу режиму інтра-прогнозування упродовж процесу вибирання інтерполяційного фільтра. Конкретно, напрямки відповідають куту головної діагоналі блока, призначеного для прогнозування. Наприклад, для блоків розміром 32×4 і 4×32 пороговий режим mT, використовуваний для визначення фільтра опорного зразка, встановлюється як показано на фіг. 16.

Особливе значення порогового кута інтра-прогнозування можна вирахувати, використовуючи наступну формулу:

$$\alpha_T = \arctan\left(\frac{H}{W}\right),$$

де W та H є, відповідно, шириною і висотою блока.

Ще одним варіантом здійснення даного розкриття є використання різних інтерполяційних фільтрів залежно від того, до якої сторони належать опорні зразки, які використовуються. Приклад даного визначення показаний на фіг. 17.

Пряма лінія з кутом, який відповідає інтра-напрямку m, роділяє прогнозований блок на дві ділянки. Зразки, які належать різним ділянкам, прогнозують з використанням різних інтерполяційних фільтрів.

Прикладні значення mT (для групи режимів інтра-прогнозування, визначених в BMS1.0) і відповідні кути наведені в таблиці 4. Кути α наведені, як показано в.

Таблиця 4

Прикладні значення m_T (для групи режимів інтра-прогнозування, визначених в BMS1.0)

Коефіцієнт пропорційності $R_A = \log_2(W) - \log_2(H)$	Кут головної діагоналі α , градусів	Пороговий режим інтра- прогнозування m_T
-5	81,78	19
-4	93,57	19
-3	97,13	21
-2	104,04	23
-1	116,57	27
0	135,00	DIA_IDX (34)
1	153,44	41
2	165,96	45
3	172,88	47
4	176,42	49
5	178,21	49

Порівняно з існуючою технологією і рішеннями, дане розкриття використовує зразки всередині блока, які є прогнозовані з використанням різних інтерполяційних фільтрів, причому інтерполяційний фільтр, використовуваний для прогнозу зразка, вибирається згідно з формою блока, орієнтацією, яка може бути горизонтальною або вертикальною і кутом режиму інтра-прогнозування.

Дане розкриття можна застосовувати на етапі фільтрування опорного зразка. Зокрема, можливо визначати згладжувальний фільтр опорного зразка, використовуючи однакові правила, описані вище для процесу вибирання інтерполяційного фільтра.

Додатково до інтерполяційної фільтрації, фільтрація опорного зразка може також застосовуватись до опорних зразків безпосередньо перед прогнозуванням зразків всередині засобу інтра-прогнозування. Фільтровані опорні зразки, отримані після фільтрації опорного зразка, можуть використовуватись або для їх копіювання у відповідні зразки всередині засобу інтра-прогнозування згідно з вибраним напрямком режиму інтра-прогнозування, або для додаткової інтерполяційної фільтрації. Наступні фільтри можна застосовувати до опорних зразків наступним чином:

Таблиця 5

Прикладні фільтри опорного зразка

Показник	Довжина фільтра	Коефіцієнти фільтра
0	1	[1], тобто обвідний режим застосовується, оскільки ніякого фільтрування не виконується в даному випадку
1	3	[1, 2, 1]
2	5	[2, 3, 6, 3, 2]
3	5	[1, 4, 6, 4, 1]

Фіг. 21 зображає поточний блок 1130, який зображений оточеним жирною рамкою і включає зразки 1120. Додатково, фігура зображає опорні зразки 1110 сусідніх блоків. Наприклад, опорні зразки можуть бути зразками верхнього блока або лівого блока.

Згідно з варіантом здійснення, запропонований спосіб включає наступні етапи:

1. кожний вибраний режим направленої інтра-прогнозування розділяють на одну із наступних груп:

- А. вертикальні або горизонтальні режими,
- В. діагональні режими, що представляють кути, які кратні 45 градусам,
- С. залишкові направлені режими;

2. якщо направлений режим інтра-прогнозування класифіковано, як такий, що належить до групи А, то жодного фільтра не застосовується до опорних зразків 1110 для створення зразків 1120, належних до засобу інтра-прогнозування. Опорні зразки 1110 відділяються від зразків

1120 всередині блока, щоб прогнозуватися (засіб інтра-прогнозування) з блочними гранями 1130, як показано на фіг. 11;

3. якщо режим потрапляє в групу В, то фільтр опорного зразка (будь-який із фільтру опорного зразка в таблиці 5, наприклад, [1, 2, 1]) застосовується до опорних зразків, щоб
5 додатково копіювати ці фільтровані значення в засіб інтра-прогнозування згідно з вибраним напрямком, але не застосовується жодних інтерполяційних фільтрів;

4. Якщо режим класифіковано як такий, що належить до групи С, то лише інтра-інтерполяційний фільтр опорного зразка (наприклад, фільтри, представлені в таблиці 3), застосовується до опорних зразків для створення прогнозованого зразка, який потрапляє в
10 дрібну або цілочислову позицію між опорними зразками згідно з вибраним напрямком (не виконується ніякого фільтрування опорного зразка).

Згідно з варіантом здійснення, запропонований спосіб пропонує наступні етапи:

1. направлений режим інтра-прогнозування для інтра-прогнозованої обробки поточного блока класифікується на одну із наступних груп:

15 А. Вертикальні або горизонтальні режими,

В. Направлені режими, включаючи діагональні режими, що представляють кути, які кратні 45 градусам,

С. Залишкові направлені режими.

2. Якщо направлений режим інтра-прогнозування класифікується як такий, що належить до
20 групи В, то фільтр опорного зразка застосовується до опорних зразків;

3. Якщо направлений режим інтра-прогнозування класифікується як такий, що належить до групи С, то інтерполяційний фільтр опорного зразка застосовується до опорних зразків.

Іншими словами, залежно від класифікації режиму інтра-прогнозування, використовуюваного для інтра-прогнозування поточного блока, застосовується або опорний зразок (класифікація В),
25 або інтерполяційний фільтр опорного зразка (класифікація С).

Зокрема, згідно з варіантом здійснення, застосовується або фільтр зразка, або інтерполяційний фільтр зразка. Зокрема, жодного інтерполяційного фільтра не застосовується у випадку, якщо фільтр опорного зразка, згідно з направленим режимом інтра-прогнозування, не є дрібним зразком. Іншими словами, у випадку, якщо опорний зразок, згідно з прогнозними
30 напрямками потрапляє в цілочисловий зразок, не потрібно використовувати жодного інтерполяційного фільтра.

Додатково, згідно з класифікацією, можна не використовувати абсолютно ніякого фільтра. Наприклад, у випадку класифікації А режиму інтра-прогнозування, який слід використовувати для інтра-прогнозування поточного блока, може не використовуватись ні фільтр опорного
35 зразка, ні інтерполяційний фільтр опорного зразка.

Прогнозовані зразки можна отримувати від лівих і верхніх ліній опорних зразків, як зображено на фіг. 21. Залежно від режиму інтра-прогнозування, для кожного прогнозованого зразка визначається відповідна позиція опорного зразка. Якщо режим має нецілочисловий уклін, позиція опорного зразка є дрібною і значення опорного зразка отримується шляхом застосування інтерполяційного фільтра до підгрупи опорних зразків, яка належить до цієї
40 дрібної позиції.

Позиція цього опорного зразка в межах лінії опорних зразків має горизонтальне (якщо режим інтра-прогнозування більший за DIA_IDX) або вертикальне (коли режим інтра-прогнозування менше за DIA_IDX) зміщення відносно позиції прогнозованого зразка. Значення цього зміщення
45 залежить від кута режиму і відстані від прогнозованого зразка до лінії опорних зразків. Коли режим інтра-прогнозування становить або 2, або VDIA_IDX, кут прогнозування дорівнює 45 градусів, а значення зміщення дорівнює значенню відстані до лінії опорних зразків.

Діагональні режими групи В можуть також охоплювати режими з цілочисловим уклоном і широким кутом. У даному випадку, аналогічно до режимів DIA_IDX і VDIA_IDX, значення зміщення є кратним відстані до лінії опорних зразків, а позиція опорних зразків для кожного прогнозованого зразка є не дрібною.

Наприклад, коли не використовується лінійне багатоопорне прогнозування (опорний лінійний індекс дорівнює нулю) і позиція прогнозованого зразка всередині блока дорівнює (1,3) відносно верхнього лівого прогнозованого зразка, який має позицію (0, 0), відстань між лініями
55 опорного зразка дорівнює 4 зразкам, коли режим інтра-прогнозування є більшим DIA_IDX. Коли режим інтра-прогнозування є меншим DIA_IDX, відстань дорівнює 2.

Коли режим інтра-прогнозування є широко-кутовим режимом і його нахил цілочисловий, значення прогнозованого зразка можна обчислити, як:

60
$$\text{predSamples}[x, y] = p[x + \Delta] [-1],$$

$$\Delta = N * (y+1)$$

коли режим інтра-прогнозування є більшим DIA_IDX, інакше
 $\text{predSamples}[x, y] = p[-1][y + \Delta]$,
 $\Delta = N * (x+1)$,

тут Δ вказує на значення зміщення.

Значення N для 45-градусних режимів 2 і VDIA_IDX дорівнює 1.

Режими, що представляють кути, які кратні 45 градусам, будуть використовувати однакові вирази для визначення прогнозованих зразків " $\text{predSamples}[x][y]$ ", але значення N буде більшим 1 і цілочисловим. Зауважимо, що режими, які представляють кути, які є кратними 45 градусам, не обов'язково включають горизонтальні і вертикальні режими.

Слід зазначити, що значення зміщення Δ для режимів з широким кутом і цілочисловим укладом є величиною, кратною зміщенню для режиму 2 і режиму VDIA_IDX.

Взагалі, значення зміщення можна перетворити в режим інтра-прогнозування (predModelIntra), використовуючи параметр " intraPredAngle ". Специфічне перетворення цього параметра в режим інтра-прогнозування показано в таблиці 6 нижче:

Таблиця 6

Опис параметру intraPredAngle

predModelIntra	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	2	3	4
intraPredAngle	512	341	256	171	128	102	86	73	64	57	51	45	39	35	32	29	26
predModelIntra	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
intraPredAngle	23	20	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	-1	-2	-3
predModelIntra	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
intraPredAngle	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-23	-26	-29	-32	-29	-26	-23	-20
predModelIntra	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
intraPredAngle	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	6
predModelIntra	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
intraPredAngle	8	10	12	14	16	18	20	23	26	29	32	35	39	45	51	57	64
predModelIntra	73	74	75	76	77	78	79	80									
intraPredAngle	73	86	102	128	171	256	341	512									

Інверсний кутовий параметр invAngle витягується на основі intraPredAngle наступним чином:

$$\text{invAngle} = \text{Round} \left(\frac{256 * 32}{\text{intraPredAngle}} \right)$$

Прикладне витягування прогнозованих зразків описане нижче:

Значення прогнозованих зразків $\text{predSamples}[x][y]$, де $x=0 \dots \text{nTbW} - 1$, $y=0 \dots \text{nTbH} - 1$ добувають наступним чином:

Якщо predModelIntra є більшим або дорівнює 34, застосовують наступні упорядковані етапи:

1. Масив опорного зразка $\text{ref}[x]$ визначають наступним чином:

Застосовують наступне:

$\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx} + x][-1 - \text{refldx}]$, де $x=0 \dots \text{nTbW} + \text{refldx}$

Якщо intraPredAngle є меншим 0, головний масив опорного зразка розширюється наступним чином:

Якщо $(\text{nTbH} * \text{intraPredAngle}) \gg 5$ є меншим -1,

$\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx}][-1 - \text{refldx} + ((x * \text{invAngle} + 128) \gg 8)]$, де $x = -1 \dots (\text{nTbH} * \text{intraPredAngle}) \gg 5$

$\text{ref}[(\text{nTbH} * \text{intraPredAngle}) \gg 5 - 1] = \text{ref}[(\text{nTbH} * \text{intraPredAngle}) \gg 5]$

$\text{ref}[\text{nTbW} + 1 + \text{refldx}] = \text{ref}[\text{nTbW} + \text{refldx}]$

Інакше,

$\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx} + x][-1 - \text{refldx}]$, де $x = \text{nTbW} + 1 + \text{refldx} \dots \text{refW} + \text{refldx}$

$\text{ref}[-1] = \text{ref}[0]$

Додаткові зразки $\text{ref}[\text{refW} + \text{refldx} + x]$, де $x=1 \dots (\text{Max}(1, \text{nTbW} / \text{nTbH}) * \text{refldx} + 1)$ добувають наступним чином:

$\text{ref}[\text{refW} + \text{refldx} + x] = p[-1 + \text{refW}][-1 - \text{refldx}]$

2. Значення прогнозованих зразків $\text{predSamples}[x][y]$, де $x=0 \dots \text{nTbW} - 1$, $y=0 \dots \text{nTbH} - 1$ добувають наступним чином:

Індексна змінна ildx і мультиплікативний множник iFact добувають наступним чином:

$\text{ildx} = ((y + 1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \gg 5 + \text{refldx}$

$\text{iFact} = ((y + 1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \& 31$

Якщо cldx дорівнює 0, застосовують наступне:

Коефіцієнти інтерполяційного фільтра $fT[j]$ з $j=0...3$ добувають наступним чином:

$fT[j] = \text{filterFlag? } fG[iFact][j] : fC[iFact][j]$

Значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

5 $\text{predSamples}[x][y] = \text{Clip1Y} \left(\left(\sum_{i=0}^3 fT[i] * \text{ref}[x + i\text{ldx} + i] \right) + 32 \right) \gg 6$

Інакше (cldx не дорівнює 0), залежно від значення iFact, застосовують наступне:

Якщо iFact не дорівнює 0, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$\text{predSamples}[x][y] = ((32 - iFact) * \text{ref}[x + i\text{ldx} + 1] + iFact * \text{ref}[x + i\text{ldx} + 2] + 16) \gg 5$

10 Інакше, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$\text{predSamples}[x][y] = \text{ref}[x + i\text{ldx} + 1]$

Інакше (predModelIntra є меншим 34), застосовують наступні упорядковані етапи:

3. Масив опорного зразка $\text{ref}[x]$ визначають наступним чином:

Застосовують наступне:

15 $\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx}][-1 - \text{refldx} + x]$, де $x=0...n\text{TbH} + \text{refldx}$

Якщо intraPredAngle є меншим 0, головний масив опорного зразка розширюється наступним чином:

Якщо $(n\text{TbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5$ є меншим -1,

20 $\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx} + ((x * \text{invAngle} + 128) \gg 8)][-1 - \text{refldx}]$, де $x = -1... (n\text{TbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5$

$\text{ref}[(n\text{TbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5 - 1] = \text{ref}[(n\text{TbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5]$

$\text{ref}[n\text{TbG} + 1 + \text{refldx}] = \text{ref}[n\text{TbH} + \text{refldx}]$

Інакше,

$\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx}][-1 - \text{refldx} + x]$, де $x = n\text{TbH} + 1 + \text{refldx}... \text{refH} + \text{refldx}$

25 $\text{ref}[-1] = \text{ref}[0]$

Додаткові зразки $\text{ref}[\text{refH} + \text{refldx} + x]$ де $x=1... (\text{Max}(1, n\text{TbW} / n\text{TbH}) * \text{refldx} + 1)$ добувають наступним чином:

$\text{ref}[\text{refH} + \text{refldx} + x] = p[-1 + \text{refH}][-1 - \text{refldx}]$

30 4. Значення прогнозованих зразків $\text{predSamples}[x][y]$, де $x=0...n\text{TbW} - 1$, $y=0...n\text{TbH} - 1$ добувають наступним чином:

Індексна змінна iIdx і мультиплікативний множник iFact добувають наступним чином:

$i\text{Idx} = ((x + 1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \gg 5$

$i\text{Fact} = ((x + 1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \& 31$

Якщо cldx дорівнює 0, застосовують наступне:

35 Коефіцієнти інтерполяційного фільтра $fT[j]$ з $j=0...3$ добувають наступним чином:

$fT[j] = \text{filterFlag? } fG[iFact][j] : fC[iFact][j]$

Значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$\text{predSamples}[x][y] = \text{Clip1Y} \left(\left(\sum_{i=0}^3 fT[i] * \text{ref}[y + i\text{ldx} + i] \right) + 32 \right) \gg 6$

Інакше (cldx не дорівнює 0), залежно від значення iFact, застосовують наступне:

40 Якщо iFact не дорівнює 0, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$\text{predSamples}[x][y] = ((32 - iFact) * \text{ref}[y + i\text{ldx} + 1] + iFact * \text{ref}[y + i\text{ldx} + 2] + 16) \gg 5$

Інакше, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$\text{predSamples}[x][y] = \text{ref}[y + i\text{ldx} + 1]$

45 З вищевикладеного прикладу і таблиці над ним можна зазначити, що залучення інтерполяції для деяких режимів є надлишковим. Особливо це виникає для режимів, що мають відповідний параметр intraPredAngle, який кратний 32. Значення 32 відповідає режиму з цілочисловим нахилом 45 градусів. Фактично, значення predAngle є 5-бітовим цілочисловим з фіксованою точкою відтворення для значення зміщення, яке слід використовувати для прогнозованих зразків, сусідніх з лінією опорних зразків.

Особливо для режимів [-14, -12, -10, -6, 2, 34, 66, 72, 76, 78, 80] обчислення прогнозованих зразків не потребує інтерполяції. Значення прогнозованих зразків можна отримати за допомогою копіювання опорних зразків.

Версія проекту специфікації VVC який включає прикладний варіант здійснення винаходу, надається в нижченаведеному тексті:

55 8.4.4.2.1 Загальне інтра-прогнозування зразка

Вхідними даними цього процесу є:

Місцеположення зразка (xTbCmp, yTbCmp), яке задає верхній лівий зразок поточного блока перетворення відносно верхнього-лівого зразка поточної картинки, змінна predModelIntra, яка задає режим інтра-прогнозування, змінна nTbW, яка задає ширину блока перетворення, змінна nTbH, яка задає висоту блока перетворення, змінна nCbW, яка задає ширину блока кодування, змінна nCbH, яка задає висоту блока кодування, змінна cldx, яка задає кольоровий компонент поточного блока.

Вихідними даними цього процесу є прогнозовані зразки predSamples [x] [y], де $x=0 \dots nTbW - 1$, $y=0 \dots nTbH - 1$.

Змінні refW і refH добувають наступним чином:

Якщо IntraSubPartitionsSplitType дорівнює ISP_NO_SPLIT або cldx не дорівнює 0, застосовується наступне:

$refW = nTbW * 2$ (8-103)

$refH = nTbH * 2$ (8-104)

Інакше (IntraSubPartitionsSplitType не дорівнює ISP_NO_SPLIT, а cldx дорівнює 0), застосовується наступне:

$refW = nCbW * 2$ (8-105)

$refH = nCbH * 2$ (8-106)

Змінну refldx, яка задає індекс опорної лінії інтра-прогнозування, добувають наступним чином:

$refldx = (cldx == 0) ? IntraLumaRefLineIdx[xTbCmp][yTbCmp] : 0$ (8-107)

Для створення опорних зразків p [x] [y] де $x = -1 - refldx$, $y = -1 - refldx \dots refH - 1$, а також $x = -refldx \dots refW - 1$, $y = -1 - refldx$, застосовуються наступні упорядковані етапи:

1. Процес маркування придатності опорного зразка, як визначено в параграфі 8.4.4.2.2 за авторством Бросс Б. та ін.: "Універсальне кодування відео (Версія 4)", JVET-M1001-v7, березень 2019 (у подальшому цей документ називається як JVET-M1001-v7), викликається місцеположенням (xTbCmp, yTbCmp) зразка, індексом refldx опорної лінії інтра-прогнозування, шириною refW опорного зразка, висотою refH опорного зразка, індексом cldx кольорового компонента, як вхідних даних, а також опорними зразками refUnfilt [x] [y] де $x = -1 - refldx$, $y = -1 - refldx \dots refH - 1$ і $x = -refldx \dots refW - 1$, $y = -1 - refldx$, як вихідних даних.

2. Коли, щонайменше, один зразок refUnfilt [x] [y] де $x = -1 - refldx$, $y = -1 - refldx \dots refH - 1$ і $x = -refldx \dots refW - 1$, $y = -1 - refldx$ маркується як "не доступний для інтра-прогнозування", процес послідовних підстановок опорного зразка, як визначено в параграфі 8.4.4.2.3 JVET-M1001-v7, викликається за допомогою індексу refldx опорної лінії інтра-прогнозування, ширини refW опорного зразка, висоти refH опорного зразка, опорних зразків refUnfilt [x] [y] де $x = -1 - refldx$, $y = -1 - refldx \dots refH - 1$ і $x = -refldx \dots refW - 1$, $y = -1 - refldx$, і індексу cldx кольорового компонента, як вхідних даних, а також модифікованих опорних зразків refUnfilt [x] [y] де $x = -1 - refldx$, $y = -1 - refldx \dots refH - 1$ і $x = -refldx \dots refW - 1$, $y = -1 - refldx$, як вихідних даних.

3. Якщо predModelIntra дорівнює INTRA_DC, RefFilterFlag встановлюється прирівнюється до 0. Інакше, параметри intraPredAngle, RefFilterFlag і InterpolationFlag отримують, викликаючи відповідний параметр intraPredAngle і процес витягування показників фільтра, визначеному у нижченаведеному параграфі 8.4.4.2.7, за допомогою режиму predModelIntra інтра-прогнозування, індексу refldx опорної лінії інтра-прогнозування, ширини nTbW блока перетворення, висоти nTbH блока перетворення, ширини nCbW і висоти nCbH кодового блока, а також індексу cldx кольорового компонента.

4. Процес фільтрування опорного зразка, як визначено нижче у параграфі 8.4.4.2.4, викликається за допомогою індексу refldx опорної лінії інтра-прогнозування, ширини nTbW і висоти nTbH блока перетворення, ширини refW опорного зразка, висоти refH опорного зразка, нефільтрованих зразків refUnfilt [x] [y] де $x = -1 - refldx$, $y = -1 - refldx \dots refH - 1$ і $x = -refldx \dots refW - 1$, $y = -1 - refldx$, параметра RefFilterFlag індексу cldx кольорового компонента, як вхідних даних, а також опорних зразків p [x] [y] де $x = -1 - refldx$, $y = -1 - refldx \dots refH - 1$ і $x = -refldx \dots refW - 1$, $y = -1 - refldx$, як вихідних даних.

Процес інтра-прогнозування зразка згідно з predModelIntra, застосовується наступним чином:

Якщо predModelIntra дорівнює INTRA_PLANAR, то викликається відповідний процес режиму інтра-прогнозування, визначений у параграфі 8.4.4.2.5 в JVET-M1001-v7, де ширина nTbW блока перетворення, і висота nTbH блока перетворення, і масив p опорного зразка, як вхідні дані, а вихідним є масив predSamples прогнозованого зразка.

Інакше, якщо predModelIntra дорівнює INTRA_DC, то викликається відповідний процес режиму інтра-прогнозування, визначений у параграфі 8.4.4.2.6 в JVET-M1001-v7, де ширина

nTbW блока перетворення, висота nTbH блока перетворення і масив p опорного зразка, як вхідні дані, а вихідним є масив predSamples прогнозованого зразка.

Інакше, якщо predModelIntra дорівнює INTRA_LT_CCLM, INTRA_L_CCLM або INTRA_T_CCLM, викликається відповідний процес режиму інтра-прогнозування, визначений у параграфі 8.4.4.2.8, де режим predModelIntra інтра-прогнозування, місцеположення (xTbC, yTbC) зразка, прирівнюється до (xTbCmp, yTbCmp), ширина nTbW і висота nTbH блока перетворення, а також масив p опорного зразка, як вхідні дані, а вихідним є масив predSamples прогнозованого зразка.

Інакше, викликається відповідний процес режиму інтра-прогнозування, визначений нижче в параграфі 8.4.4.2.8, де режим predModelIntra інтра-прогнозування, індекс refIdx опорної лінії інтра-прогнозування, ширина nTbW блока перетворення, висота nTbH блока перетворення, ширина refW опорного зразка, висота refH опорного зразка, ширина nCbW і висота nCbH блока кодування, показник InterpolationFlag вибору інтерполяційного фільтра, показник RefFilterFlag опорного фільтра і масив p опорного зразка, як вхідні дані, а також режим predModelIntra модифікованого інтра-прогнозування і масив predSamples прогнозованого зразка, як вихідні дані.

Якщо усі із наступних умов істинні, то викликається процес фільтрування залежного від місцеположення прогнозного зразка, визначений в параграфі 8.4.4.2.9 у JVET-M1001-v7, де режим predModelIntra інтра-прогнозування, ширина nTbW блока перетворення, висота nTbH блока перетворення, опорні зразки predSamples [x] [y], де $x=0 \dots nTbW - 1$, $y=0 \dots nTbH - 1$, ширина refW опорного зразка, висота refH опорного зразка, опорні зразки p [x] [y], де $x = -1$, $y = -1 \dots refH - 1$ і $x=0 \dots refW - 1$, $y = -1$, а також індекс cldx кольорового компонента, як вхідні дані, а вихідним є масив predSamples модифікованого прогнозованого зразка:

IntraSubPartitionsSplitType дорівнює ISP_NO_SPLIT або cldx не дорівнює 0

refIdx дорівнює 0 або cldx не дорівнює 0

Одна з наступних умов є істинною:

predModelIntra дорівнює INTRA_PLANAR

predModelIntra дорівнює INTRA_DC

predModelIntra дорівнює INTRA_ANGULAR18

predModelIntra дорівнює INTRA_ANGULAR50

predModelIntra є меншим або дорівнює INTRA_ANGULAR10

predModelIntra є більшим або дорівнює INTRA_ANGULAR58

8.4.4.2.4 Процес фільтрування опорного зразка

Вхідними даними цього процесу є:

змінна refIdx, яка задає індекс опорної лінії інтра-прогнозування,

змінна nTbW, яка задає ширину блока перетворення,

змінна nTbH, яка задає висоту блока перетворення,

змінна refW, яка задає ширину опорних зразків,

змінна refH, яка задає висоту опорних зразків,

сусідні (нефільтровані) зразки refUnfilt [x] [y], де $x = -1 - refIdx$, $y = -1 - refIdx \dots refH - 1$ і $x = -refIdx \dots refW - 1$, $y = -1 - refIdx$,

параметр RefFilterFlag

Визідними даними цього процесу є опорні зразки p [x] [y], де $x = -1 - refIdx$, $y = -1 - refIdx \dots refH - 1$ і $x = -refIdx \dots refW - 1$, $y = -1 - refIdx$.

Для витягування опорних зразків p [x] [y] застосовується наступне:

Якщо RefFilterFlag дорівнює 1, то значення p [x] [y] фільтрованого зразка, де $x = -1$, $y = -1 \dots refH - 1$ і $x=0 \dots refW - 1$, $y = -1$, добувають наступним чином:

$p[-1][-1] = (refUnfilt[-1][0] + 2 * refUnfilt[-1][-1] + refUnfilt[0][-1] + 2) >> 2$ (8-111)

$p[-1][y] = (refUnfilt[-1][y+1] + 2 * refUnfilt[-1][y] + refUnfilt[-1][y-1] + 2) >> 2$ for $y=0 \dots refH - 2$ (8-112)

$p[-1][refH-1] = refUnfilt[-1][refH-1]$ (8-113)

$p[x][-1] = (refUnfilt[x-1][-1] + 2 * refUnfilt[x][-1] + refUnfilt[x+1][-1] + 2) >> 2$ for $x=0 \dots refW - 2$ (8-114)

$p[refW-1][-1] = refUnfilt[refW-1][-1]$ (8-115)

Інакше, значення p [x] [y] опорних зразків прирівнюються до значень refUnfilt [x] [y] нефільтрованого зразка, де $x = -1 - refIdx$, $y = -1 - refIdx \dots refH - 1$ і $x = -refIdx \dots refW - 1$, $y = -1 - refIdx$.

8.4.4.2.7 Опис параметра intraPredAngle і витягування показників фільтра

Вхідними даними цього процесу є:

режим predModelIntra інтра-прогнозування,

змінна nTbW, яка задає ширину блока перетворення,
 змінна nTbH, яка задає висоту блока перетворення,
 змінна nCbW, яка задає ширину блока кодування,
 змінна nCbH, яка задає висоту блока кодування,
 5 індекс cldx кольорового компонента

Вихідними даними даного процесу є режим predModelIntra модифікованого інтра-прогнозування, параметр intraPredAngle, змінні RefFilterFlag і InterpolationFlag.

Змінні nW і nH добувають наступним чином:

Якщо IntraSubPartitionsSplitType дорівнює ISP_NO_SPLIT або cldx не дорівнює 0,
 10 застосовується наступне:

nW=nTbW

nH=nTbH

Інакше (IntraSubPartitionsSplitType не дорівнює ISP_NO_SPLIT, а cldx дорівнює 0),
 застосовується наступне:

15 nW=nCbW

nH=nCbH

Змінна whRatio прирівнюється до Abs (Log2 (nW / nH)).

Для не квадратних блоків (nW не дорівнює nH) режим predModelIntra інтра-прогнозування
 модифікується наступним чином:

20 Якщо усі із наступних умов істинні, то predModelIntra прирівнюється до (predModelIntra+65).

nW є більшим nH

predModelIntra є більшим або дорівнює 2

predModelIntra є меншим (whRatio > 1) ? (8+2 * whRatio): 8

Інакше, якщо усі із наступних умов істинні, то predModelIntra прирівнюється до
 25 (predModelIntra+67).

nH є більшим nW

predModelIntra є меншим або дорівнює 66

predModelIntra є більшим (whRatio > 1) ? (60 - 2 * whRatio): 60

Кутовий параметр intraPredAngle визначається, як задано в Таблиці 7, використовуючи
 30 значення predModelIntra.

Таблица 7

Опис параметру intraPredAngle

predModelIntra	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	2	3	4
intraPredAngle	512	341	256	171	128	102	86	73	64	57	51	45	39	35	32	29	26
predModelIntra	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
intraPredAngle	23	20	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	-1	-2	-3
predModelIntra	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
intraPredAngle	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-23	-26	-29	-32	-29	-26	-23	-20
predModelIntra	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
intraPredAngle	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	6
predModelIntra	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
intraPredAngle	8	10	12	14	16	18	20	23	26	29	32	35	39	45	51	57	64
predModelIntra	73	74	75	76	77	78	79	80									
intraPredAngle	73	86	102	128	171	256	341	512									

Змінну filterFlag добувають наступним чином:

Якщо одна або більше із наступних умов істинні, то filterFlag прирівнюється до 0.

35 cldx не дорівнює 0

refldx не дорівнює 0

IntraSubPartitionsSplitType не дорівнює ISP_NO_SPLIT, а cldx дорівнює 0 і predModelIntra є
 більшим або дорівнює INTRA_ANGULAR34 і nW є більшим 8

IntraSubPartitionsSplitType не дорівнює ISP_NO_SPLIT, а cldx дорівнює 0 і predModelIntra є
 40 меншим INTRA_ANGULAR34, а nH є більшим 8.

Інакше, якщо predModelIntra є INTRA_PLANAR, змінна filterFlag прирівнюється до nTbS
 >5?1:0

Інакше, якщо intraPredAngle є більшим 32, змінна filterFlag прирівнюється до 1

Інакше, застосовують наступне:

Змінна minDistVerHor прирівнюється до Min (Abs (predModelIntra – 50), Abs (predModelIntra – 18)).

Змінна intraHorVerDistThres [nTbS] задана в Таблиці 8.

Змінну filterFlag добувають наступним чином:

- 5 Якщо minDistVerHor є більшим intraHorVerDistThres [nTbS] або Abs (intraPredAngle)>32, то filterFlag прирівнюється до 1.

Таблиця 8

Опис intraHorVerDistThres [nTbS] для різних розмірів nTbS блока перетворення

	nTbS=2	nTbS=3	nTbS=4	nTbS=5	nTbS=6	nTbS=7
intraHorVerDistThres [nTbS]	16	14	2	0	0	0

Вихідні змінні RefFilterFlag і InterpolationFlag добувають наступним чином:

- 10 Якщо predModelIntra є INTRA_PLANAR, або predIntraAng є цілим кратним 32, то змінна RefFilterFlag прирівнюється до filterFlag, InterpolationFlag прирівнюється до 0.

Інакше, змінна RefFilterFlag прирівнюється до 0, InterpolationFlag прирівнюється до filterFlag.

Інформативно: RefFilterFlag і InterpolationFlag обидва ніколи не будуть рівні 1 для будь-якого predModelIntra, дивись Таблицю 9):

15

Таблиця 9

Опис RefFilterFlag і InterpolationFlag (інформативно)

predModelIntra	RefFilterFlag	InterpolationFlag
INTRA_DC, 18, 50	0	0
INTRA_PLANAR	filterFlag	0
-14, -12, -10, -6, 2, 34, 66, 72, 76, 78, 80	filterFlag	0
Інші режими	0	filterFlag

8.4.4.2.8 Опис ангулярних режимів інтра-прогнозування

Вхідними даними цього процесу є:

- 20 Режим predModelIntra інтра-прогнозування,
параметр intraPredAngle,
змінна refIdx, яка задає індекс опорної лінії інтра-прогнозування,
змінна nTbW, яка задає ширину блока перетворення,
змінна nTbH, яка задає висоту блока перетворення,
25 змінна refW, яка задає ширину опорних зразків,
змінна refH, яка задає висоту опорних зразків,
змінна nCbW, яка задає ширину блока кодування,
змінна nCbH, яка задає висоту блока кодування,
змінна InterpolationFlag, яка обумовлює використання інтерполяції 4-відвідного фільтра,
змінна RefFilterFlag, яка обумовлює, чи фільтровані сусідні зразки
30 сусідні зразки p [x] [y], де $x = -1 - \text{refIdx}$, $y = -1 - \text{refIdx} \dots \text{refH} - 1$ і $x = -\text{refIdx} \dots \text{refW} - 1$, $y = -1 - \text{refIdx}$.

Вихідними даними цього процесу є модифікований режим інтра-прогнозування predModelIntra і прогнозовані зразки predSamples [x] [y], де $x=0 \dots nTbW - 1$, $y=0 \dots nTbH - 1$.

Змінна nTbS прирівнюється до $(\text{Log2} (nTbW) + \text{Log2} (nTbH)) >> 1$

- 35 Фіг. 18 ілюструє 93 напрямки прогнозування, де заштриховані напрямки пов'язані із широко-кутовими режимами, які застосовуються лише до не квадратних блоків.

Інверсний кутовий параметр invAngle витягується на основі intraPredAngle наступним чином:

$$\text{invAngle} = \text{Round} \left(\frac{256 * 32}{\text{intraPredAngle}} \right)$$

invAngle=Round

- 40 Коефіцієнти fC [phase] [j] і fG [phase] [j] інтерполяційного фільтра, де phase=0...31 і j=0...3 задані у Таблиці 10.

Таблиця 10

Опис коефіцієнтів fC і fG інтерполяційного фільтра

Позиція р дрібного зразка	fC коефіцієнти інтерполяційного фільтра				fG коефіцієнти інтерполяційного фільтра			
	fC [p] [0]	fC [p] [1]	fC [p] [2]	fC [p] [3]	fG [p] [0]	fG [p] [1]	fG [p] [2]	fG [p] [3]
0	0	64	0	0	16	32	16	0
1	-1	63	2	0	15	29	17	3
2	-2	62	4	0	15	29	17	3
3	-2	60	7	-1	14	29	18	3
4	-2	58	10	-2	13	29	18	4
5	-3	57	12	-2	13	28	19	4
6	-4	56	14	-2	13	28	19	4
7	-4	55	15	-2	12	28	20	4
8	-4	54	16	-2	11	28	20	5
9	-5	53	18	-2	11	27	21	5
10	-6	52	20	-2	10	27	22	5
11	-6	49	24	-3	9	27	22	6
12	-6	46	28	-4	9	26	23	6
13	-5	44	29	-4	9	26	23	6
14	-4	42	30	-4	8	25	24	7
15	-4	39	33	-4	8	25	24	7
16	-4	36	36	-4	8	24	24	8
17	-4	33	39	-4	7	24	25	8
18	-4	30	42	-4	7	24	25	8
19	-4	29	44	-5	6	23	26	9
20	-4	28	46	-6	6	23	26	9
21	-3	24	49	-6	6	22	27	9
22	-2	20	52	-6	5	22	27	10
23	-2	18	53	-5	5	21	27	11
24	-2	16	54	-4	5	20	28	11
25	-2	15	55	-4	4	20	28	12
26	-2	14	56	-4	4	19	28	13
27	-2	12	57	-3	4	19	28	13
28	-2	10	58	-2	4	18	29	13
29	-1	7	60	-2	3	18	29	14
30	0	4	62	-2	3	17	29	15
31	0	2	63	-1	3	17	29	15

Значення прогнозованих зразків predSamples [x] [y], де $x=0 \dots nTbW - 1$, $y=0 \dots nTbH - 1$ добувають наступним чином:

5 Якщо predModelIntra є більшим або дорівнює 34, застосовують наступні упорядковані етапи:

1. Масив опорного зразка ref [x] визначають наступним чином:

Застосовують наступне:

$ref[x] = p[-1 - refldx + x][-1 - refldx]$, де $x=0 \dots nTbW + refldx$

10 Якщо intraPredAngle є меншим 0, головний масив опорного зразка розширюється наступним чином:

Якщо $(nTbH * intraPredAngle) \gg 5$ є меншим -1,

$ref[x] = p[-1 - refldx][-1 - refldx + ((x * invAngle + 128) \gg 8)]$, де $x = -1 \dots (nTbH * intraPredAngle) \gg 5$

$ref[(nTbH * intraPredAngle) \gg 5 - 1] = ref[(nTbH * intraPredAngle) \gg 5]$

15 $ref[nTbW + 1 + refldx] = ref[nTbW + refldx]$

Інакше,

$ref[x] = p[-1 - refldx + x][-1 - refldx]$, де $x=nTbW + 1 + refldx \dots refW + refldx$

$ref[-1] = ref[0]$

Додаткові зразки $\text{ref}[\text{refW}+\text{refldx}+x]$ де $x=1\dots(\text{Max}(1, \text{nTbW} / \text{nTbH}) * \text{refldx}+1)$ добувають наступним чином:

$\text{ref}[\text{refW}+\text{refldx}+x] = p[-1+\text{refW}][-1 - \text{refldx}]$

2. Значення прогнозованих зразків $\text{predSamples}[x][y]$, із $x=0\dots\text{nTbW} - 1$, $y=0\dots\text{nTbH} - 1$ добувають наступним чином:

Індексна змінна ildx і мультиплікативний множник iFact добувають наступним чином:

$\text{ildx} = ((y+1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \gg 5 + \text{refldx}$

$\text{iFact} = ((y+1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \& 31$

Якщо RefFilterFlag дорівнює 0, застосовують наступне:

10 Коефіцієнти інтерполяційного фільтра $\text{fT}[j]$ з $j=0\dots3$ добувають наступним чином:

$\text{fT}[j] = \text{InterpolationFlag? fG}[\text{iFact}][j] : \text{fC}[\text{iFact}][j]$

Значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$$\text{predSamples}[x][y] = \text{Clip1Y} \left(\left(\sum_{i=0}^3 \text{fT}[i] * \text{ref}[x + \text{ildx} + i] \right) + 32 \right) \gg 6$$

Інакше (RefFilterFlag не дорівнює 0), залежно від значення iFact , застосовують наступне:

15 Якщо iFact не дорівнює 0, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$\text{predSamples}[x][y] = ((32 - \text{iFact}) * \text{ref}[x+\text{ildx}+1] + \text{iFact} * \text{ref}[x+\text{ildx}+2] + 16) \gg 5$

Інакше, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$\text{predSamples}[x][y] = \text{ref}[x+\text{ildx}+1]$

20 Інакше (predModelIntra є меншим 34), застосовують наступні упорядковані етапи:

1. Масив опорного зразка $\text{ref}[x]$ визначають наступним чином:

Застосовують наступне:

$\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx}][-1 - \text{refldx}+x]$, де $x=0\dots\text{nTbH}+\text{refldx}$

Якщо intraPredAngle є меншим 0, головний масив опорного зразка розширюється наступним

25 чином:
Якщо $(\text{nTbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5$ є меншим -1,
 $\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx} + ((x * \text{invAngle}+128) \gg 8)] [-1 - \text{refldx}]$, де $x = -1\dots(\text{nTbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5$

$\text{ref}[(\text{nTbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5 - 1] = \text{ref}[(\text{nTbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5]$

30 $\text{ref}[\text{nTbG}+1 + \text{refldx}] = \text{ref}[\text{nTbH}+\text{refldx}]$

Інакше,

$\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx}][-1 - \text{refldx}+x]$, де $x=\text{nTbH}+1 + \text{refldx}\dots\text{refH}+\text{refldx}$

$\text{ref}[-1] = \text{ref}[0]$

Додаткові зразки $\text{ref}[\text{refH}+\text{refldx}+x]$ із $x=1\dots(\text{Max}(1, \text{nTbW} / \text{nTbH}) * \text{refldx}+1)$ добувають

35 наступним чином:
 $\text{ref}[\text{refH}+\text{refldx}+x] = p[-1+\text{refH}][-1 - \text{refldx}]$

2. Значення прогнозованих зразків $\text{predSamples}[x][y]$, із $x=0\dots\text{nTbW} - 1$, $y=0\dots\text{nTbH} - 1$ добувають наступним чином:

Індексна змінна ildx і мультиплікативний множник iFact добувають наступним чином:

40 $\text{ildx} = ((x+1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \gg 5$

$\text{iFact} = ((x+1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \& 31$

Якщо RefFilterFlag дорівнює 0, застосовують наступне:

Коефіцієнти інтерполяційного фільтра $\text{fT}[j]$ з $j=0\dots3$ добувають наступним чином:

$\text{fT}[j] = \text{InterpolationFlag? fG}[\text{iFact}][j] : \text{fC}[\text{iFact}][j]$

45 Значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$$\text{predSamples}[x][y] = \text{Clip1Y} \left(\left(\sum_{i=0}^3 \text{fT}[i] * \text{ref}[y + \text{ildx} + i] \right) + 32 \right) \gg 6$$

Інакше (RefFilterFlag не дорівнює 0), залежно від значення iFact , застосовують наступне:

Якщо iFact не дорівнює 0, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

50 $\text{predSamples}[x][y] = ((32 - \text{iFact}) * \text{ref}[y+\text{ildx}+1] + \text{iFact} * \text{ref}[y+\text{ildx}+2] + 16) \gg 5$

Інакше, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$\text{predSamples}[x][y] = \text{ref}[y+\text{ildx}+1]$

Широко-кутові режими можуть входити в різні групи на основі розміру прогнозованого блока.

55 У прикладі, поданому нижче, ці режими все ще належатимуть або до групи "B", або до групи "C", залежно від того, чи мають вони не дрібний нахил. Однак, вибір інтерполяційного фільтра для режимів групи "C" і наявність етапу фільтрування опорного зразка для режимів групи "B"

залежатиме від розміру блока. Частину витягування filterFlag можна модифікувати наступним чином:

Змінну filterFlag добувають наступним чином:

Якщо одна або більше із наступних умов істинні, то filterFlag прирівнюється до 0.

5 cldx не дорівнює 0

refldx не дорівнює 0

IntraSubPartitionsSplitType не дорівнює ISP_NO_SPLIT, а cldx дорівнює 0 і predModelIntra є більшим або дорівнює INTRA_ANGULAR34 і nW є більшим 8

10 IntraSubPartitionsSplitType не дорівнює ISP_NO_SPLIT, а cldx дорівнює 0 і predModelIntra є меншим INTRA_ANGULAR34, а nH є більшим 8.

Інакше, якщо predModelIntra є INTRA_PLANAR, змінна filterFlag прирівнюється до nTbS > 5?1:0

Інакше, якщо intraPredAngle є більшим 32 і nTbW * nTbH є більшим 32, змінна filterFlag прирівнюється до 1

15 Інакше, застосовують наступне:

Змінна minDistVerHor прирівнюється до Min (Abs (predModelIntra – 50), Abs (predModelIntra – 18)).

Змінна intraHorVerDistThres [nTbS] задана в Таблиці 11.

Змінну filterFlag добувають наступним чином:

20 Якщо minDistVerHor є більшим intraHorVerDistThres [nTbS] або Abs (intraPredAngle) > 32, то filterFlag прирівнюється до 1.

Таблиця 11

Опис intraHorVerDistThres [nTbS] для різних розмірів nTbS блока перетворення

	nTbS=2	nTbS=3	nTbS=4	nTbS=5	nTbS=6	nTbS=7
intraHorVerDistThres [nTbS]	16	14	2	0	0	0

25 Широко-кутовими режимами можуть бути режими, які показують напрямки в нижній частині нижнього лівого квадранта або в правій частині верхнього правого квадранта. Особливо, у прикладі, зображеному на фіг. 18, широко-кутовими режимами є режими -14 - -1, так само як і режими 67-80.

30 Ще одна версія VVC проекту специфікації, яка об'єднує прикладне втілення варіанта здійснення даного розкриття, включає наступну частину, яка стосується фільтрування опорного зразка, як подається нижче:

Для створення опорних зразків p [x] [y] де $x = -1 - \text{refldx}$, $y = -1 - \text{refldx} \dots \text{refH} - 1$, а також $x = -\text{refldx} \dots \text{refW} - 1$, $y = -1 - \text{refldx}$, застосовуються наступні упорядковані етапи:

35 1. Процес маркування придатності опорного зразка, як визначено в параграфі 8.4.4.2.2 JVET-M1001-v7, викликається місцеположенням (xTbCmp, yTbCmp) зразка, індексом refldx опорної лінії інтра-прогнозування, шириною refW опорного зразка, висотою refH опорного зразка, індексом cldx кольорового компонента, як вхідних даних, а також опорними зразками refUnfilt [x] [y] де $x = -1 - \text{refldx}$, $y = -1 - \text{refldx} \dots \text{refH} - 1$ і $x = -\text{refldx} \dots \text{refW} - 1$, $y = -1 - \text{refldx}$, як вихідних даних.

40 2. Коли, щонайменше, один зразок refUnfilt [x] [y] де $x = -1 - \text{refldx}$, $y = -1 - \text{refldx} \dots \text{refH} - 1$ і $x = -\text{refldx} \dots \text{refW} - 1$, $y = -1 - \text{refldx}$ маркується як "не доступний для інтра-прогнозування", процес послідовних підстановок опорного зразка, як визначено в параграфі 8.4.4.2.3 JVET-M1001-v7, викликається за допомогою індексу refldx опорної лінії інтра-прогнозування, ширини refW опорного зразка, висоти refH опорного зразка, опорних зразків refUnfilt [x] [y] де $x = -1 - \text{refldx}$, $y = -1 - \text{refldx} \dots \text{refH} - 1$ і $x = -\text{refldx} \dots \text{refW} - 1$, $y = -1 - \text{refldx}$, і індексу cldx кольорового компонента, як вхідних даних, а також модифікованих опорних зразків refUnfilt [x] [y] де $x = -1 - \text{refldx}$, $y = -1 - \text{refldx} \dots \text{refH} - 1$ і $x = -\text{refldx} \dots \text{refW} - 1$, $y = -1 - \text{refldx}$, як вихідних даних. Якщо predModelIntra не дорівнює INTRA_PLANAR і predModelIntra не дорівнює INTRA_DC, параметр intraPredAngle отримують, викликаючи відповідний процес режиму інтра-прогнозування, визначений у нижченаведеному параграфі **Помилка! Джерело посилання не знайдено.**8.4.4.2.7; інакше, якщо predModelIntra дорівнює INTRA_PLANAR, intraPredAngle приймається за 32, інакше intraPredAngle приймається за 0.

3. Процес фільтрування опорного зразка, як визначено нижче у параграфі 8.4.4.2.4, викликається за допомогою індексу refldx опорної лінії інтра-прогнозування, ширини nTbW і висоти nTbH блока перетворення, ширини refW опорного зразка, висоти refH опорного зразка,

нефільтрованих зразків $\text{refUnfilt}[x][y]$ де $x = -1 - \text{refldx}$, $y = -1 - \text{refldx} \dots \text{refH} - 1$ і $x = -\text{refldx} \dots \text{refW} - 1$, $y = -1 - \text{refldx}$, параметра intraPredAngle та індексу cldx кольорового компонента, як вхідних даних, а також опорних зразків $p[x][y]$ де $x = -1 - \text{refldx}$, $y = -1 - \text{refldx} \dots \text{refH} - 1$ і $x = -\text{refldx} \dots \text{refW} - 1$, $y = -1 - \text{refldx}$, як вихідних.

5 Процес інтра-прогнозування зразка згідно з predModelIntra , застосовується наступним чином:

Якщо predModelIntra дорівнює INTRA_PLANAR , то викликається відповідний процес режиму інтра-прогнозування, визначений у параграфі 8.4.4.2.5 в JVET-M1001-v7, де ширина nTbW блока перетворення, і висота nTbH блока перетворення, і масив p опорного зразка, як вхідні дані, а вихідним є масив predSamples прогнозованого зразка.

10 Інакше, якщо predModelIntra дорівнює INTRA_DC , то викликається відповідний процес режиму інтра-прогнозування, визначений у параграфі 8.4.4.2.6 в JVET-M1001-v7, де ширина nTbW блока перетворення, висота nTbH блока перетворення і масив p опорного зразка, як вхідні дані, а вихідним є масив predSamples прогнозованого зразка.

15 Інакше, якщо predModelIntra дорівнює INTRA_LT_CCLM , INTRA_L_CCLM або INTRA_T_CCLM , викликається відповідний процес режиму інтра-прогнозування, визначений нижче у параграфі 8.4.4.2.8, де режим predModelIntra інтра-прогнозування, місцеположення $(xTbC, yTbC)$ зразка, прирівнюється до $(xTbCmp, yTbCmp)$, ширина nTbW і висота nTbH блока перетворення, а також масив p опорного зразка, як вхідні дані, а вихідним є масив predSamples прогнозованого зразка.

20 Інакше, якщо одна або більше із наступних умов істинні, то fourTapFlag прирівнюється до 0:
індекс cldx кольорового компонента не дорівнює 0
 intraPredAngle є кратним 32.

Інакше, викликається відповідний процес режиму інтра-прогнозування, визначений нижче в параграфі 8.4.4.2.7, де режим predModelIntra інтра-прогнозування, індекс refldx опорної лінії інтра-прогнозування, ширина nTbW блока перетворення, висота nTbH блока перетворення, ширина refW опорного зразка, висота refH опорного зразка, ширина nCbW і висота nCbH блока кодування, показник fourTapFlag і масив p опорного зразка, як вхідні дані, а також режим predModelIntra модифікованого інтра-прогнозування і масив predSamples прогнозованого зразка, як вихідні дані.

30 8.4.4.2.4 Процес фільтрування опорного зразка

Вхідними даними цього процесу є:

змінна refldx , яка задає індекс опорної лінії інтра-прогнозування,

змінна nTbW , яка задає ширину блока перетворення,

змінна nTbH , яка задає висоту блока перетворення,

35 змінна refW , яка задає ширину опорних зразків,

змінна refH , яка задає висоту опорних зразків,

сусідні (нефільтровані) зразки $\text{refUnfilt}[x][y]$, де $x = -1 - \text{refldx}$, $y = -1 - \text{refldx} \dots \text{refH} - 1$ і $x = -\text{refldx} \dots \text{refW} - 1$, $y = -1 - \text{refldx}$,

Параметр predIntraAngle

40 змінна cldx , яка задає кольоровий компонент поточного блока.

Вихідними даними цього процесу є опорні зразки $p[x][y]$, де $x = -1 - \text{refldx}$, $y = -1 - \text{refldx} \dots \text{refH} - 1$ і $x = -\text{refldx} \dots \text{refW} - 1$, $y = -1 - \text{refldx}$.

Змінну filterFlag добувають наступним чином:

Якщо усі із наступних умов істинні, то filterFlag прирівнюється до 1:

45 refldx дорівнює 0

$\text{nTbW} * \text{nTbH}$ є більшим 32

cldx дорівнює 0

$\text{IntraSubPartitionsSplitType}$ дорівнює ISP_NO_SPLIT

predIntraAngle не дорівнює 0 і є кратним 32

50 Інакше, filterFlag прирівнюється до 0.

Для витягування опорних зразків $p[x][y]$ застосовується наступне:

Якщо filterFlag дорівнює 1, то значення $p[x][y]$ фільтрованого зразка, де $x = -1$, $y = -1 \dots \text{refH} - 1$ і $x = 0 \dots \text{refW} - 1$, $y = -1$, добувають наступним чином:

$p[-1][-1] = (\text{refUnfilt}[-1][0] + 2 * \text{refUnfilt}[-1][-1] + \text{refUnfilt}[0][-1] + 2) >> 2$ (8-111)

55 $p[-1][y] = (\text{refUnfilt}[-1][y+1] + 2 * \text{refUnfilt}[-1][y] + \text{refUnfilt}[-1][y-1] + 2) >> 2$ for $y = 0 \dots \text{refH} - 2$ (8-112)

$p[-1][\text{refH} - 1] = \text{refUnfilt}[-1][\text{refH} - 1]$ (8-113)

$p[x][-1] = (\text{refUnfilt}[x-1][-1] + 2 * \text{refUnfilt}[x][-1] + \text{refUnfilt}[x+1][-1] + 2) >> 2$ for $x = 0 \dots \text{refW} - 2$ (8-114)

60 $p[\text{refW} - 1][-1] = \text{refUnfilt}[\text{refW} - 1][-1]$ (8-115)

Інакше, значення $p[x][y]$ опорних зразків прирівнюються до значень $refUnfilt[x][y]$ нефільтрованого зразка, де $x = -1 - refIdx$, $y = -1 - refIdx \dots refH - 1$ і $x = -refIdx \dots refW - 1$, $y = -1 - refIdx$.

8.4.4.2.7 Опис параметра intraPredAngle

Вхідними даними цього процесу є:

режим $predModelIntra$ інтра-прогнозування,

змінна $nTbW$, яка задає ширину блока перетворення,

змінна $nTbH$, яка задає висоту блока перетворення,

змінна $nCbW$, яка задає ширину блока кодування,

змінна $nCbH$, яка задає висоту блока кодування,

Вихідними даними даного процесу є режим $predModelIntra$ модифікованого інтра-прогнозування, параметр $intraPredAngle$ і змінна $filterFlag$.

Змінні nW і nH добувають наступним чином:

Якщо $IntraSubPartitionsSplitType$ дорівнює ISP_NO_SPLIT або $cldx$ не дорівнює 0, застосовується наступне:

$nW = nTbW$ (8-125)

$nH = nTbH$ (8-126)

Інакше ($IntraSubPartitionsSplitType$ не дорівнює ISP_NO_SPLIT , а $cldx$ дорівнює 0), застосовується наступне:

$nW = nCbW$ (8-127)

$nH = nCbH$ (8-128)

Змінна $whRatio$ прирівнюється до $Abs(\log_2(nW / nH))$.

Для не квадратних блоків (nW не дорівнює nH) режим $predModelIntra$ інтра-прогнозування модифікується наступним чином:

Якщо усі із наступних умов істинні, то $predModelIntra$ прирівнюється до $(predModelIntra + 65)$.

nW є більшим nH

$predModelIntra$ є більшим або дорівнює 2

$predModelIntra$ є меншим $(whRatio > 1) ? (8 + 2 * whRatio) : 8$

Інакше, якщо усі із наступних умов істинні, то $predModelIntra$ прирівнюється до $(predModelIntra + 67)$.

nH є більшим nW

$predModelIntra$ є меншим або дорівнює 66

$predModelIntra$ є більшим $(whRatio > 1) ? (60 - 2 * whRatio) : 60$

Кутовий параметр $intraPredAngle$ визначається, як задано в Таблиці 12, використовуючи значення $predModelIntra$.

Таблиця 12

Опис параметру intraPredAngle

predModelIntra	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	2	3	4
intraPredAngle	512	341	256	171	128	102	86	73	64	57	51	45	39	35	32	29	26
predModelIntra	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
intraPredAngle	23	20	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0	-1	-2	-3
predModelIntra	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
intraPredAngle	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	-23	-26	-29	-32	-29	-26	-23	-20
predModelIntra	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
intraPredAngle	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	6
predModelIntra	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
intraPredAngle	8	10	12	14	16	18	20	23	26	29	32	35	39	45	51	57	64
predModelIntra	73	74	75	76	77	78	79	80									
intraPredAngle	73	86	102	128	171	256	341	512									

Змінну $filterFlag$ добувають наступним чином:

Якщо одна або більше із наступних умов істинні, то $filterFlag$ прирівнюється до 0.

$refIdx$ не дорівнює 0

$IntraSubPartitionsSplitType$ не дорівнює ISP_NO_SPLIT , а $cldx$ дорівнює 0 і $predModelIntra$ є більшим або дорівнює $INTR_ANGULAR34$ і nW є більшим 8

$IntraSubPartitionsSplitType$ не дорівнює ISP_NO_SPLIT , а $cldx$ дорівнює 0 і $predModelIntra$ є меншим $INTR_ANGULAR34$, а nH є більшим 8.

Інакше, застосовують наступне:

Змінна minDistVerHor прирівнюється до $\text{Min}(\text{Abs}(\text{predModelIntra} - 50), \text{Abs}(\text{predModelIntra} - 18))$.

Змінна intraHorVerDistThres [nTbS] задана в Таблиці 11.

Змінну filterFlag добувають наступним чином:

Якщо minDistVerHor є більшим intraHorVerDistThres [nTbS] або $\text{Abs}(\text{intraPredAngle}) > 32$, то filterFlag прирівнюється до 1.

8.4.4.2.8 Опис ангулярних режимів інтра-прогнозування

Вхідними даними цього процесу є:

Режим predModelIntra інтра-прогнозування,

параметр intraPredAngle,

змінна refIdx, яка задає індекс опорної лінії інтра-прогнозування,

змінна nTbW, яка задає ширину блока перетворення,

змінна nTbH, яка задає висоту блока перетворення,

змінна refW, яка задає ширину опорних зразків,

змінна refH, яка задає висоту опорних зразків,

змінна nCbW, яка задає ширину блока кодування,

змінна nCbH, яка задає висоту блока кодування,

змінна fourTapFlag, яка обумовлює використання інтерполяції 4-відвідного фільтра,

змінна filterFlag

сусідні зразки $p[x][y]$, де $x = -1 - \text{refIdx}$, $y = -1 - \text{refIdx} \dots \text{refH} - 1$ і $x = -\text{refIdx} \dots \text{refW} - 1$, $y = -1 - \text{refIdx}$.

Вихідними даними цього процесу є модифікований режим інтра-прогнозування predModelIntra і прогнозовані зразки predSamples $[x][y]$, де $x = 0 \dots \text{nTbW} - 1$, $y = 0 \dots \text{nTbH} - 1$.

Змінна nTbS прирівнюється до $(\text{Log2}(\text{nTbW}) + \text{Log2}(\text{nTbH})) > 1$.

Змінну filterFlag добувають наступним чином:

Якщо одна або більше із наступних умов істинні, то filterFlag прирівнюється до 0.

refIdx не дорівнює 0

IntraSubPartitionsSplitType не дорівнює ISP_NO_SPLIT, а cldx дорівнює 0 і predModelIntra є більшим або дорівнює INTRA_ANGULAR34 і nW є більшим 8

IntraSubPartitionsSplitType не дорівнює ISP_NO_SPLIT, а cldx дорівнює 0 і predModelIntra є меншим INTRA_ANGULAR34, а nH є більшим 8.

Інакше, застосовують наступне:

Змінна minDistVerHor прирівнюється до $\text{Min}(\text{Abs}(\text{predModelIntra} - 50), \text{Abs}(\text{predModelIntra} - 18))$.

Змінна intraHorVerDistThres [nTbS] задана в Таблиці 13.

Змінну filterFlag добувають наступним чином:

Якщо minDistVerHor є більшим intraHorVerDistThres [nTbS] або $\text{Abs}(\text{intraPredAngle})$ є більшим 32, то filterFlag прирівнюється до 1.

Інакше, filterFlag прирівнюється до 0.

Таблиця 13

Опис intraHorVerDistThres [nTbS] для різних розмірів nTbS блока перетворення

	nTbS=2	nTbS=3	nTbS=4	nTbS=5	nTbS=6	nTbS=7
intraHorVerDistThres [nTbS]	16	14	2	0	0	0

Фіг. 18 ілюструє 93 напрямки прогнозування, де заштриховані напрямки пов'язані із широко-кутовими режимами, які застосовуються лише до не квадратних блоків.

Інверсний кутовий параметр invAngle витягується на основі intraPredAngle наступним чином:

$$\text{invAngle} = \text{Round} \left(\frac{256 * 32}{\text{intraPredAngle}} \right) \quad (8-129)$$

Коефіцієнти fC [phase] [j] і fG [phase] [j] інтерполяційного фільтра, де phase=0...31 і j=0...3 задані у Таблиці 14.

Таблиця 14

Опис коефіцієнтів fC і fG інтерполяційного фільтра

Позиція р дрібного зразка	fC коефіцієнти інтерполяційного фільтра				fG коефіцієнти інтерполяційного фільтра			
	fC [p] [0]	fC [p] [1]	fC [p] [2]	fC [p] [3]	fG [p] [0]	fG [p] [1]	fG [p] [2]	fG [p] [3]
0	0	64	0	0	16	32	16	0
1	-1	63	2	0	15	29	17	3
2	-2	62	4	0	15	29	17	3
3	-2	60	7	-1	14	29	18	3
4	-2	58	10	-2	13	29	18	4
5	-3	57	12	-2	13	28	19	4
6	-4	56	14	-2	13	28	19	4
7	-4	55	15	-2	12	28	20	4
8	-4	54	16	-2	11	28	20	5
9	-5	53	18	-2	11	27	21	5
10	-6	52	20	-2	10	27	22	5
11	-6	49	24	-3	9	27	22	6
12	-6	46	28	-4	9	26	23	6
13	-5	44	29	-4	9	26	23	6
14	-4	42	30	-4	8	25	24	7
15	-4	39	33	-4	8	25	24	7
16	-4	36	36	-4	8	24	24	8
17	-4	33	39	-4	7	24	25	8
18	-4	30	42	-4	7	24	25	8
19	-4	29	44	-5	6	23	26	9
20	-4	28	46	-6	6	23	26	9
21	-3	24	49	-6	6	22	27	9
22	-2	20	52	-6	5	22	27	10
23	-2	18	53	-5	5	21	27	11
24	-2	16	54	-4	5	20	28	11
25	-2	15	55	-4	4	20	28	12
26	-2	14	56	-4	4	19	28	13
27	-2	12	57	-3	4	19	28	13
28	-2	10	58	-2	4	18	29	13
29	-1	7	60	-2	3	18	29	14
30	0	4	62	-2	3	17	29	15
31	0	2	63	-1	3	17	29	15

Значення прогнозованих зразків predSamples [x] [y], де $x=0 \dots nTbW - 1$, $y=0 \dots nTbH - 1$ добувають наступним чином:

5 Якщо predModelIntra є більшим або дорівнює 34, застосовують наступні упорядковані етапи:

1. Масив опорного зразка ref [x] визначають наступним чином:

Застосовують наступне:

$ref[x] = p[-1 - refIdx + x] [-1 - refIdx]$, де $x=0 \dots nTbW + refIdx$ (8-130)

10 Якщо intraPredAngle є меншим 0, головний масив опорного зразка розширюється наступним чином:

Якщо $(nTbH * intraPredAngle) \gg 5$ є меншим -1,

$ref[x] = p[-1 - refIdx] [-1 - refIdx + ((x * invAngle + 128) \gg 8)]$, де $x = -1 \dots (nTbH * intraPredAngle) \gg 5$ (8-131)

$ref[(nTbH * intraPredAngle) \gg 5 - 1] = ref[(nTbH * intraPredAngle) \gg 5]$ (8-132)

15 $ref[nTbW + 1 + refIdx] = ref[nTbW + refIdx]$ (8-133)

Інакше,

$ref[x] = p[-1 - refIdx + x] [-1 - refIdx]$, де $x=nTbW + 1 + refIdx \dots refW + refIdx$ (8-134)

$ref[-1] = ref[0]$ (8-135)

Додаткові зразки $\text{ref}[\text{refW}+\text{refldx}+x]$, де $x=1\ldots(\text{Max}(1, \text{nTbW} / \text{nTbH}) * \text{refldx}+1)$ добувають наступним чином:

$$\text{ref}[\text{refW}+\text{refldx}+x] = p[-1+\text{refW}][-1 - \text{refldx}] \quad (8-136)$$

2. Значення прогнозованих зразків $\text{predSamples}[x][y]$, де $x=0\ldots\text{nTbW} - 1$, $y=0\ldots\text{nTbH} - 1$ добувають наступним чином:

Індексна змінна ildx і мультиплікативний множник iFact добувають наступним чином:

$$\text{ildx} = ((y+1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \gg 5 + \text{refldx} \quad (8-137)$$

$$\text{iFact} = ((y+1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \& 31 \quad (8-138)$$

Якщо fourTapFlag дорівнює 1, застосовують наступне:

10 Коефіцієнти інтерполяційного фільтра $\text{fT}[j]$ з $j=0\ldots 3$ добувають наступним чином:

$$\text{fT}[j] = \text{filterFlag? fG}[\text{iFact}][j] : \text{fC}[\text{iFact}][j] \quad (8-139)$$

Значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$$\text{predSamples}[x][y] = \text{Clip1Y} \left(\left(\sum_{i=0}^3 \text{fT}[i] * \text{ref}[x + \text{ildx} + i] \right) + 32 \right) \gg 6 \quad (8-140)$$

Інакше (fourTapFlag не дорівнює 1), залежно від значення iFact , застосовують наступне:

15 Якщо iFact не дорівнює 0, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$$\text{predSamples}[x][y] = ((32 - \text{iFact}) * \text{ref}[x+\text{ildx}+1] + \text{iFact} * \text{ref}[x+\text{ildx}+2] + 16) \gg 5 \quad (8-141)$$

Інакше, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$$\text{predSamples}[x][y] = \text{ref}[x+\text{ildx}+1] \quad (8-142)$$

20 Інакше (predModelIntra є меншим 34), застосовують наступні упорядковані етапи:

1. Масив опорного зразка $\text{ref}[x]$ визначають наступним чином:

Застосовують наступне:

$$\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx}][-1 - \text{refldx}+x], \text{ де } x=0\ldots\text{nTbH}+\text{refldx} \quad (8-143)$$

Якщо intraPredAngle є меншим 0, головний масив опорного зразка розширюється наступним

25 чином:

Якщо $(\text{nTbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5$ є меншим -1,

$$\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx} + ((x * \text{invAngle} + 128) \gg 8)] [-1 - \text{refldx}], \text{ де } x = -1\ldots(\text{nTbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5 \quad (8-144)$$

$$\text{ref}[(\text{nTbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5 - 1] = \text{ref}[(\text{nTbW} * \text{intraPredAngle}) \gg 5] \quad (8-145)$$

30 $\text{ref}[\text{nTbG}+1 + \text{refldx}] = \text{ref}[\text{nTbH}+\text{refldx}] \quad (8-146)$

Інакше,

$$\text{ref}[x] = p[-1 - \text{refldx}][-1 - \text{refldx}+x], \text{ де } x=\text{nTbH}+1 + \text{refldx}\ldots\text{refH}+\text{refldx} \quad (8-147)$$

$$\text{ref}[-1] = \text{ref}[0] \quad (8-148)$$

Додаткові зразки $\text{ref}[\text{refH}+\text{refldx}+x]$ де $x=1\ldots(\text{Max}(1, \text{nTbW} / \text{nTbH}) * \text{refldx}+1)$ добувають

35 наступним чином:

$$\text{ref}[\text{refH}+\text{refldx}+x] = p[-1+\text{refH}][-1 - \text{refldx}] \quad (8-149)$$

2. Значення прогнозованих зразків $\text{predSamples}[x][y]$, де $x=0\ldots\text{nTbW} - 1$, $y=0\ldots\text{nTbH} - 1$ добувають наступним чином:

Індексна змінна ildx і мультиплікативний множник iFact добувають наступним чином:

$$\text{ildx} = ((x+1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \gg 5 \quad (8-150)$$

$$\text{iFact} = ((x+1 + \text{refldx}) * \text{intraPredAngle}) \& 31 \quad (8-151)$$

Якщо fourTapFlag дорівнює 1, застосовують наступне:

Коефіцієнти інтерполяційного фільтра $\text{fT}[j]$ з $j=0\ldots 3$ добувають наступним чином:

$$\text{fT}[j] = \text{filterFlag? fG}[\text{iFact}][j] : \text{fC}[\text{iFact}][j] \quad (8-152)$$

45 Значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$$\text{predSamples}[x][y] = \text{Clip1Y} \left(\left(\sum_{i=0}^3 \text{fT}[i] * \text{ref}[y + \text{ildx} + i] \right) + 32 \right) \gg 6 \quad (8-153)$$

Інакше (fourTapFlag не дорівнює 1), залежно від значення iFact , застосовують наступне:

Якщо iFact не дорівнює 0, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$$\text{predSamples}[x][y] = ((32 - \text{iFact}) * \text{ref}[y+\text{ildx}+1] + \text{iFact} * \text{ref}[y+\text{ildx}+2] + 16) \gg 5 \quad (8-154)$$

Інакше, значення зразків прогнозування $\text{predSamples}[x][y]$ добувають наступним чином:

$$\text{predSamples}[x][y] = \text{ref}[y+\text{ildx}+1]$$

Фіг. 19 є схематичною діаграмою мережевого пристрою 1300 (наприклад, пристрою кодування) згідно з варіантом здійснення розкриття. Мережевий пристрій 1300 придатний для впровадження розкритих варіантів, як описано в даному документі. Мережевий пристрій 1300 включає вхідні порти 1310 і модулі (Rx) 1320 приймача для приймання даних; процесор, модуль логіки або центральний процесорний модуль (CPU) 1330 для обробки даних; модулі (Tx) 1340

передавача і порти 1350 виходу для передавання даних; а також пам'ять 1360 для збереження даних. Мережевий пристрій 1300 може також охоплювати оптика-в-електрику (ОЕ) компоненти і електрика-в-оптику (ЕО) компоненти, з'єднані з вхідними портами 1310, модулями 1320 приймача, модулями 1340 передавача і портами 1350 виходу для виходу або входу оптичних або електричних сигналів.

Процесор 1330 виконується як апаратний і програмний засіб. Процесор 1330 може бути виконаний як один або більше чипів CPU, ядер (наприклад, багатоядерний процесор), програмовані логічні матриці (field-programmable gate arrays, FPGAs), спеціалізовані інтегральні мікросхеми (application specific integrated circuits, ASICs) і цифрові сигнальні процесори (digital signal processors, DSPs). Процесор 1330 знаходиться у інформаційному обміні з вхідними портами 1310, модулями 1320 приймача, модулями 1340 передавача, портами 1350 виходу і пам'яттю 1360. Процесор 1330 містить модуль 1370 кодування. Модуль 1370 кодування виконує розкриті варіанти здійснення, викладені вище. Як приклад, модуль 1370 кодування виконує, обробляє, готує або передбачає різноманітні мережеві функції. Відповідно, включення модуля 1370 кодування надає суттєві удосконалення функціональності мережевого пристрою 1300 і впливає на перетворення мережевого пристрою 1300 до відмінного стану. Як варіант, модуль 1370 кодування виконується у вигляді інструкцій, збережених в пам'яті 1360 і виконуваних процесором 1330.

Пам'ять 1360 містить один або більше дисків, стрічкових приводів і твердотілих приводів, і може використовуватися як пристрій збереження надлишкових даних, для збереження програм, якщо такі програми вибрані для виконання, а також зберігання інструкцій і даних, які зчитуються упродовж виконання програми. Пам'ять 1360 може бути енергозалежною або енергонезалежною і може бути постійно запам'ятовуючим пристроєм (read-only memory, ROM), запам'ятовуючим пристроєм з довільною вибіркою (random access memory, RAM) трійкова асоціативна пам'ять (ternary content-addressable memory, TCAM), і/або статичний запам'ятовуючий пристрій з довільною вибіркою (static random-access memory, SRAM).

Пропонується декодер, який включає схему обробки, виконану з можливістю проведення будь-якого з вищевказаних способів.

У даному розкритті пропонується комп'ютерний програмний продукт; цей комп'ютерний програмний продукт, що включає програмний код, розкритий для виконання будь-якого з вищевказаних способів.

У даному розкритті пропонується декодер для декодування відеоданих; декодер включає: один або більше процесорів; а також нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, причому програми під час виконання процесорами надають можливість декодеру здійснювати будь-який з вищевказаних способів.

Мережевий пристрій, придатний для впровадження розкритих варіантів здійснення, як описано в цьому документі, описується у подальшому. Мережевий пристрій включає вхідні порти і модулі (Rx) приймача для приймання даних; процесор, модуль логіки або центральний процесорний модуль (CPU) для обробки даних; модулі (Tx) передавача і порти виходу для передавання даних; а також пам'ять для зберігання даних. Мережевий пристрій може також охоплювати оптика-в-електрику (ОЕ) компоненти і електрика-в-оптику (ЕО) компоненти, з'єднані з вхідними портами, модулями приймача, модулями передавача і портами виходу для виходу або входу оптичних або електричних сигналів.

Процесор виконується як апаратний і програмний засіб. Процесор може бути виконаний як один або більше чипів CPU, ядер (наприклад, багатоядерний процесор), програмовані логічні матриці (field-programmable gate arrays, FPGAs), спеціалізовані інтегральні мікросхеми (application specific integrated circuits, ASICs) і цифрові сигнальні процесори (digital signal processors, DSPs). Процесор знаходиться у інформаційному обміні з вхідними портами, модулями приймача, модулями передавача, портами виходу і пам'яттю. Процесор включає модуль кодування. Модуль кодування виконує розкриті варіанти здійснення, описані вище. Як приклад, модуль кодування виконує, обробляє, готує або забезпечує різноманітні мережеві функції. Відповідно, включення модуля кодування надає суттєве удосконалення функціональності мережевого пристрою і впливає на перетворення мережевого пристрою до різного стану. Як варіант, модуль кодування виконується у вигляді інструкцій, збережених в пам'яті і виконуваних процесором.

Пам'ять включає один або більше дисків, стрічкових приводів і твердотілих приводів, і може використовуватися як пристрій збереження надлишкових даних, для збереження програм, якщо такі програми вибрані для виконання, а також зберігання інструкцій і даних, які зчитуються упродовж виконання програми. Пам'ять може бути енергозалежною або енергонезалежною і

може бути постійно запам'ятовуючим пристроєм (read-only memory, ROM), запам'ятовуючим пристроєм з довільною вибіркою (random access memory, RAM) трійкова асоціативна пам'ять (ternary content-addressable memory, TCAM), і/або статичний запам'ятовуючий пристрій з довільною вибіркою (static random-access memory, SRAM).

Фіг. 20 є блочною діаграмою апарата 1500, який можна використовувати для впровадження різних варіантів здійснення. Апарат 1500 може бути вихідним пристроєм 12, як показано на фіг. 1, або відео еncoderом 20, як показано на фіг. 2, або цільовим пристроєм 14, як показано на фіг. 1, або відео декодером 30, як показано на фіг. 3. Додатково, апарат 1500 може розміщати один або більше описаних елементів. У деяких варіантах здійснення апарат 1500 оснащений одним або більше пристроями вводу/виводу, таких як гучномовець, мікрофон, маніпулятор миша, сенсорний дисплей, допоміжна клавіатура, принтер, дисплей тощо. Апарат 1500 може включати один або більше центральних процесорних модулів (central processing units, CPUs) 1510, пам'ять 1520, накопичувач 1530, відео адаптер 1540 і I/O інтерфейс 1560, з'єднаний з шиною. Шиною є одна або більше, будь-якого типу, окремих шинних архітектур, які включають шину пам'яті або контролер пам'яті, периферійну шину, відео шину тощо.

CPU 1510 може мати будь-який тип електронного процесора даних. Пам'ять 1520 може мати, або бути, будь-якого типу системною пам'яттю, такою як статичний запам'ятовуючий пристрій з довільною вибіркою (static random-access memory, SRAM), динамічна оперативна пам'ять (DRAM, Dynamic Random Access Memory), синхронна DRAM (synchronous DRAM, SDRAM), постійно запам'ятовуючим пристроєм (read-only memory, ROM), їх комбінацією тощо. У варіанті здійснення пам'ять 1520 може включати ROM для використання під час початкового запуску і DRAM для зберігання програми і даних для використання під час виконання програм. У варіантах здійснення пам'ять 1520 є не тимчасовою. Накопичувач 1530 включає будь-який тип засобу зберігання, який зберігає дані, програми та іншу інформацію і забезпечувати доступ через шину до даних, програм та іншої інформації. Накопичувач 1530 включає, наприклад, один або більше твердотілих приводів, жорстких дисків, магнітних дисків і оптичних дисків, тощо.

Відео адаптер 1540 і I/O інтерфейс 1560 надають інтерфейси для з'єднання ввідних і вивідних пристроїв з апаратом 1500. Наприклад, апарат 1100 може надавати командний інтерфейс SQL клієнтам. Як показано, приклади ввідних і вивідних пристроїв включають дисплей 1590, з'єднаний із відео адаптером 1540 та будь-якої комбінації миша/клавіатура/принтер 1570, з'єднаний з I/O інтерфейсом 1560. Інші пристрої можуть з'єднуватись з апаратом 1500, а також можна додатково використовувати декілька інтерфейсних плат. Наприклад, плату послідовного інтерфейсу (не показана) можна використовувати для забезпечення послідовного інтерфейсу для принтера.

Апарат 1100 також включає один або більше мережевих інтерфейсів 1550, які включають дротові приєднання, такі як кабель Ethernet тощо, і/або бездротові приєднання для доступу до вузлів або однієї або більше мереж 1580. Мережевий інтерфейс 1550 дозволяє апарату 1500 здійснювати комунікацію з віддаленими модулями через мережі 1580. Наприклад, мережевий інтерфейс 1550 може забезпечувати комунікацію до бази даних. У варіанті здійснення апарат 1500 з'єднаний із локальною мережею або глобальною мережею для обробки даних і комунікації з віддаленими пристроями, такими як інші модулі обробки, Інтернет, віддалені потужності для зберігання тощо.

Кусково-лінійна апроксимація впроваджується з метою обчислювати значення вагових коефіцієнтів, необхідних для прогнозування пікселів всередині наданого блока. Кусково-лінійна апроксимація, з одного боку, значно знижує обчислювальну складність дистанційно-зваженого механізму прогнозування порівняно із обчисленням коефіцієнта прямолінійного зважування і, з іншого боку, допомагає досягти вищої точності значень коефіцієнтів зважування порівняно зі спрощеннями відомого рівня техніки.

Варіанти здійснення можуть застосовуватись до інших, двонаправлених і залежних від місцеположення, методик інтра-прогнозування (наприклад, різних модифікацій PDPC) так само, як і механізми, які використовують коефіцієнти зважування, що залежать від відстані від одного пікселя до іншого, щоб змішати різні частини картинки (наприклад, деякі способи змішування у оброблянні зображення).

Оскільки у даному розкритті було передбачено декілька варіантів здійснення, слід розуміти, що розкриті системи і способи можуть бути втілені у багатьох інших особливих формах в межах суті або об'єму даного розкриття. Дані приклади слід розглядати як умовні і не обмежені, а наміри не обмежуються наведеними в документі деталями. Наприклад, різноманітні елементи або компоненти можуть поєднуватись або інтегруватись в іншу систему або певні ознаки можна опускати або не впроваджувати.

Додатково, методики, системи, підсистеми і способи, описані і проілюстровані у різних варіантах, як дискретні або відокремлені, можуть бути з'єднані або інтегровані з іншими системами, модулями, методиками або способами. Інші предмети, показані або оглянуті, як з'єднані або безпосередньо з'єднані, або пов'язані один з одним, можуть бути опосередковано з'єднані або пов'язані через деякий інтерфейс, пристрій або проміжний компонент через електрику, механіку або іншим чином. Інші приклади змін, підмін і виправлень є очевидними для спеціалістів даної галузі і можуть бути виконані.

Варіанти предмету винаходу і операції, описані в даному розкритті, можна впроваджувати в цифровій електронній схемі або в комп'ютерному програмному забезпеченні, вбудованих програмах або апаратному забезпеченні, включаючи структури, розкриті в даному розкритті і їх структурні еквіваленти, або в комбінації одного або більше з них. Варіанти предмету винаходу, описані в даному розкритті, можна впроваджувати, як одну або більше комп'ютерних програм, тобто один або більше модулів комп'ютерних програмних інструкцій, кодованих на комп'ютерному засобі зберігання для виконання апаратом обробки даних або для контролю його роботи. Як варіант, або додатково, програмні інструкції можна кодувати на штучно-створений розповсюджуваний сигнал, наприклад, машино-створений електричний, оптичний або електромагнітний сигнал, створений для кодування інформації для передавання до придатного приймального апарата для виконання апаратом обробки даних. Комп'ютерний засіб зберігання, наприклад, комп'ютерозчитуваний засіб може бути, або включений до, комп'ютерозчитуваного зберігаючого пристрою, комп'ютерозчитуваного зберігаючого носія, масиву або пристрою пам'яті з довільним або послідовним доступом, або комбінацію одного або більше з них. Більше того, оскільки комп'ютерний зберігаючий засіб не є розповсюджуваним сигналом, комп'ютерний зберігаючий засіб може бути джерелом або ціллю комп'ютерних програмних інструкцій, кодованих в штучно-створений розповсюджуваний сигнал. Комп'ютерний зберігаючий засіб також може бути, або включений до, одним або більше окремими фізичними і/або не тимчасовими компонентами або носіями (наприклад, численні CD, диски або інші зберігаючі пристрої).

У деяких варіантах операції, описані в даному розкритті, можуть впроваджуватися як розміщений сервіс, передбачений на сервері в хмарній обчислювальній мережі. Наприклад, комп'ютерозчитуваний зберігаючий засіб може бути логічно згрупований і доступний в хмарній обчислювальній мережі. Сервери всередині хмарної обчислювальної мережі можуть включати хмарну обчислювальну платформу для забезпечення хмарних сервісів. Терміни "хмара", "хмарне обчислення" і "хмарний" можуть використовуватися взаємозамінно, як прийнятні, не відступаючи від об'єму розкриття. Хмарні сервіси можуть бути розміщеними сервісами, які забезпечуються серверами і доставляються через мережу до клієнтської платформи, щоб розширити, доповнити або замінити додатки, виконувані локально на клієнтському комп'ютері. Схеми може використовувати хмарні сервіси, щоб швидко отримувати оновлення програмного забезпечення, додатки та інші ресурси, які у іншому випадку вимагають тривалий період часу, щоб доставити ресурси у схему.

Комп'ютерна програма (також відома як програма, програмне забезпечення, програмний додаток, скрипт або код) може бути написана у будь-якій формі мови програмування, включаючи скомпільовану або інтерпретовану мови, декларативну або процедурну мови, а також вона може поширюватись у будь-якій формі, включаючи як автономну-програму або як модуль, компонент, підпрограму, об'єкт або інший модуль, придатний для використання в обчислюваному середовищі. Комп'ютерна програма може, але не потребує, представляти собою файл у файловій системі. Програма може зберігатися в розділі файлу, який вміщає інші програми або дані (наприклад, один або більше скриптів, що зберігаються в документі з мовною розміткою), в єдиному файлі, призначеному для програми формування запитів або в множині координованих файлів (наприклад, файлів, які зберігають один або більше модулів, підпрограм або розділів коду). Комп'ютерна програма може поширюватись для виконання на одному комп'ютері або множині комп'ютерів, які розміщені в одному місці або розповсюджені по багатьох місцях і взаємозв'язані комунікаційною мережею.

Процеси і логічні потоки, описані в даному розкритті, можуть виконуватися одним або більше програмованими процесорами, виконуючими одну або більше комп'ютерних програм для виконання дій шляхом обробки вхідних даних і створення вивідних. Процеси і логічні потоки можуть також виконуватися за допомогою, а апарат може також бути виконаний як, логічної схеми спеціального призначення, наприклад, програмована користувачем вентильна матриця (FPGA, field programmable gate array) або інтегральна схема для специфічного застосування (ASIC, application-specific integrated circuit).

Процесори, придатні для виконання комп'ютерної програми, включають, як приклад, мікропроцесори як загального, так і спеціального призначення, а також один або більше процесорів будь-якого типу цифрового комп'ютера. Взагалі, процесор отримуватиме інструкції і дані від постійно-запам'ятовуючого пристрою або від пам'яті з довільним доступом, або від обох. Обов'язковими елементами комп'ютера є процесор для виконання дій відповідно до інструкцій і один або більше пристроїв пам'яті для зберігання інструкцій і даних. Взагалі, комп'ютер також включатиме або оперативно буде з'єднаний для отримання даних від, або передавання даних до, або для обох цілей, з одним або більше пристроями накопичення для зберігання даних, наприклад, магнітні, магнітно-оптичні диски або оптичні диски. Однак, комп'ютер не потребує мати такі пристрої. Більше того, комп'ютер може бути вбудований в інший пристрій, наприклад, мобільний телефон, персональний цифровий асистент (personal digital assistant, PDA), мобільний аудіо або відео плеєр, ігрову консоль, приймач системи глобального позиціонування (Global Positioning System, GPS) або портативний засіб зберігання (наприклад, флеш-накопичувач на універсальній послідовній шині (universal serial bus, USB)), серед інших. Пристрої, придатні для зберігання інструкцій комп'ютерних програм і даних включають усі форми енергонезалежної пам'яті, пристрої медіа в пам'яті, включаючи, як приклад, напівпровідникові запам'ятовуючі пристрої, наприклад, EPROM, EEPROM і пристрої флеш-пам'яті; магнітні диски, наприклад, внутрішні жорсткі диски або знімні диски; магнітно-оптичні диски; а також CD-ROM і DVD-ROM диски. Процесор і пам'ять можуть доповнюватись або бути вбудовані в логічну схему особливого призначення.

Оскільки дане розкриття містить багато специфічних деталей впровадження, їх не слід вважати обмеженнями об'єму будь-яких варіантів або формули, але значною мірою, як опис характеристик конкретних варіантів, характерних для конкретних варіантів. Певні характеристики, які описані в даному розкритті, в контексті окремих варіантів, можуть також впроваджуватись в комбінації з окремим варіантом. Втім, різні характеристики, які описані в контексті окремого варіанта, можуть також впроваджуватись в множині варіантів окремо або у будь-якій придатній субкомбінації. Більше того, хоча характеристики можуть описуватись вище як діючі в певних комбінаціях і навіть спочатку заявлені як такі, одна або більше характеристик з заявленої комбінації можуть у деяких випадках виключені з комбінації, і заявлена комбінація може бути направлена до субкомбінації або варіанту субкомбінації.

Аналогічно, оскільки операції відображені на малюнках у певному порядку, це не слід вважати як вимогу, щоб ці операції виконувались у певному показаному порядку, або у послідовному порядку, або що усі проілюстровані операції виконуються, для досягнення бажаних результатів. За певних обставин ефективними можуть бути мультизадачна і паралельна обробка. Більше того, відділення різних системних компонентів у варіантах, описаних вище, не слід вважати як вимогу таких відділень у всіх варіантах, а слід вважати, що описані програмні компоненти і системи взагалі можуть інтегруватися разом в єдиний програмний продукт або упакуватися в декілька програмних продуктів.

Тому певні варіанти об'єкту винаходу були описані. Інші варіанти присутні у пунктах наступної формули. У деяких випадках дії, перераховані в формулі, можна виконувати у різній послідовності і проте досягати бажаних результатів. Додатково, процеси, показані на фігурах, що додаються, не обов'язково потребують певного показаного порядку або послідовного порядку для досягнення бажаних результатів. За певних варіантів ефективними можуть бути мультизадачна і паралельна обробка.

Оскільки у даному розкритті було передбачено декілька варіантів здійснення, слід розуміти, що розкриті системи і способи можуть бути втілені у багатьох інших особливих формах в межах суті або об'єму даного розкриття. Дані приклади слід розглядати як умовні і не обмежувані, а наміри не обмежуються наведеними в документі деталями. Наприклад, різноманітні елементи або компоненти можуть поєднуватися або інтегруватися в іншу систему або певні ознаки можна опускати або не впроваджувати.

Додатково, методики, системи, підсистеми і способи, описані і проілюстровані у різних варіантах, як дискретні або відокремлені, можуть бути з'єднані або інтегровані з іншими системами, модулями, методиками або способами, в межах об'єму даного розкриття. Інші предмети, показані або оглянуті, як з'єднані або безпосередньо з'єднані, або пов'язані один з одним, можуть бути опосередковано з'єднані або пов'язані через деякий інтерфейс, пристрій або проміжний компонент через електрику, механіку або іншим чином. Інші приклади змін, підмін і виправлень є очевидними для спеціалістів даної галузі і можуть бути виконані в межах суті і об'єму, викладених тут.

Визначення скорочень і глосарій

JEM Модель об'єднаного дослідження (програмна кодована база для наступних досліджень відео кодування)

JVET Об'єднана команда експертів з відео (Joint Video Experts Team)

LUT Довідкова таблиця (Look-Up Table)

5 QT Квадродерево (QuadTree)

QTBT Квадродерево плюс бінарне дерево (QuadTree plus Binary Tree)

RDO Оптимізація коефіцієнта спотворення (Rate-distortion Optimization)

ROM Пам'ять постійного зберігання (Read-Only Memory)

VTM Тестова модель VVC (VVC Test Model)

10 VVC Універсальне кодування відео (Versatile Video Coding), проект стандартизації, розроблений JVET.

CTU/CTB Модуль кодового дерева / Блок кодового дерева (Coding Tree Unit / Coding Tree Block)

CU/CB Модуль кодування / Блок кодування (Coding Unit / Coding Block)

15 PU/PB Модуль прогнозування / Блок прогнозування (Prediction Unit / Prediction Block)

TU/TB Модуль перетворення / Блок перетворення (Transform Unit / Transform Block)

HEVC Високоєфективне кодування відео (High Efficiency Video Coding).

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

20

1. Спосіб інтрапрогнозування поточного блока у відеокодуванні або декодуванні, де спосіб включає

виконання інтрапрогновної обробки поточного блока згідно з направленим інтрапрогнозним режимом, яке включає фільтрування опорного зразка або інтерполяційне фільтрування субпікселя, яке застосовують до опорних зразків в одному або більше опорних блоках, де режим направлено інтрапрогнозування розділяють на одну із наступних груп:

25

А) вертикальні або горизонтальні режими,

В) направлені режими, включаючи діагональні режими, що представляють кути, які кратні 45 градусам,

30

С) залишкові направлені режими;

якщо направлений режим інтрапрогнозування класифікується як такий, що належить до групи В, то фільтр опорного зразка застосовується до опорних зразків;

якщо направлений режим інтрапрогнозування класифікується як такий, що належить до групи С, то інтерполяційний фільтр інтраопорного зразка застосовується до опорних зразків.

35

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що, якщо направлений режим інтрапрогнозування класифікують як такий, що належить до групи А, то жодний фільтр не застосовується до опорних зразків для створення засобу інтрапрогнозування.

3. Спосіб за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що, якщо направлений режим інтрапрогнозування класифікують як такий, що належить до групи В, то фільтр опорного зразка застосовується до опорних зразків, щоб копіювати фільтровані значення в засіб інтрапрогнозування згідно з направленим режимом інтрапрогнозування; і

40

якщо направлений режим інтрапрогнозування класифікують як такий, що належить до групи С, то інтерполяційний фільтр інтраопорного зразка застосовується до опорних зразків, щоб створити прогнозований зразок, який займає дрібну або цілу позицію між опорними зразками згідно з направленим режимом інтрапрогнозування.

45

4. Спосіб за будь-яким з пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що фільтр опорного зразка або інтрапрогновної обробки є 3-відвідним фільтром.

5. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що фільтром опорного зразка обробки інтрапрогнозування є 3-відвідний фільтр [1, 2, 1].

50

6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що інтерполяційний фільтр інтрапрогновної обробки для даного субпіксельного зміщення вибирається з набору фільтрів, де один з них є аналогічним фільтру для інтерпрогнозного процесу.

7. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, який **відрізняється** тим, що інтерполяційний фільтр має довжину 4 відводи і точність своїх коефіцієнтів у 6 бітів.

55

8. Спосіб за будь-яким з пп. 1-7, який **відрізняється** тим, що група В додатково включає режими з широким кутом і цілочисловим уклоном.

9. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що режим з широким кутом і цілочисловим уклоном є направленим режимом інтрапрогнозування, відмінним від горизонтального, вертикального і діагонального, де позиції опорного зразка для кожного прогнозованого зразка поточного блока є недрібними.

60

10. Спосіб за будь-яким з пп. 1-9, який **відрізняється** тим, що група В додатково включає режими інтрапрогнозування, для яких значення параметра кута інтрапрогнозування є ненульове, кратне 32.
11. Спосіб за будь-яким з пп. 1-10, який **відрізняється** тим, що група В включає один або усі інтрапрогнозні режими [-14, -12, -10, -6, 2, 34, 66, 72, 76, 78, 80].
12. Спосіб кодування відео, який для здійснення інтрапрогнозної обробки поточного кодового блока включає:
отримання інтрапрогнозного режиму поточного кодового блока;
здійснення інтрапрогнозної обробки поточного кодового блока згідно з інтрапрогнозним режимом поточного кодового блока шляхом здійснення процесу фільтрування опорного зразка над опорним зразком для поточного кодового блока, коли інтрапрогнозний режим поточного кодового блока є діагональним режимом; або
здійснення інтрапрогнозної обробки поточного кодового блока згідно з інтрапрогнозним режимом поточного кодового блока шляхом здійснення процесу інтерполяційного фільтрування над опорним зразком для поточного кодового блока, коли інтрапрогнозний режим поточного кодового блока є напрямленим режимом, але не є одним із наступних напрямлених інтрапрогнозних режимів: вертикальний режим, горизонтальний режим і діагональний режим.
13. Спосіб за п. 12, який **відрізняється** тим, що діагональний режим представляє кут, який кратний 45 градусам.
14. Спосіб за п. 12 або 13, який **відрізняється** тим, що спосіб додатково включає здійснення інтрапрогнозної обробки поточного кодового блока згідно з інтрапрогнозним режимом поточного кодового блока і опорного зразка для поточного кодового блока, в якому, коли інтрапрогнозний режим поточного кодового блока є вертикальним режимом або горизонтальним режимом, ніякого процесу фільтрування не застосовується до опорного зразка для поточного кодового блока.
15. Спосіб за будь-яким з пп. 12-14, який **відрізняється** тим, що процес фільтрування опорного зразка здійснюється на основі 3-відвідного [1, 2, 1] фільтрування.
16. Спосіб за будь-яким з пп. 12-15, який **відрізняється** тим, що процес інтерполяційного фільтрування здійснюється для створення прогнозного зразка, який входить в дрібну або цілочислову позицію між опорними зразками.
17. Апарат для інтрапрогнозування поточного блока у відеокодуванні або декодуванні, де апарат містить схему обробки, виконану з можливістю здійснювати інтрапрогнозну обробку поточного блока згідно з напрямленим інтрапрогнозним режимом, яке включає фільтрування опорного зразка або інтерполяційне фільтрування субпікселя, яке застосовують до опорних зразків в одному або більше опорних блоках, де напрямлений інтрапрогнозний режим розділяють на одну із наступних груп:
А) вертикальні або горизонтальні режими,
В) напрямлені режими, включаючи діагональні режими, що представляють кути, які кратні 45 градусам,
С) залишкові напрямлені режими;
- якщо напрямлений режим інтрапрогнозування класифікується як такий, що належить до групи В, то фільтр опорного зразка застосовується до опорних зразків;
якщо напрямлений режим інтрапрогнозування класифікується як такий, що належить до групи С, то інтерполяційний фільтр інтраопорного зразка застосовується до опорних зразків.
18. Машинозчитуваний носій даних, який містить програмний код для здійснення способу за будь-яким з пп. 1-16 у разі виконання на комп'ютері або процесорі.

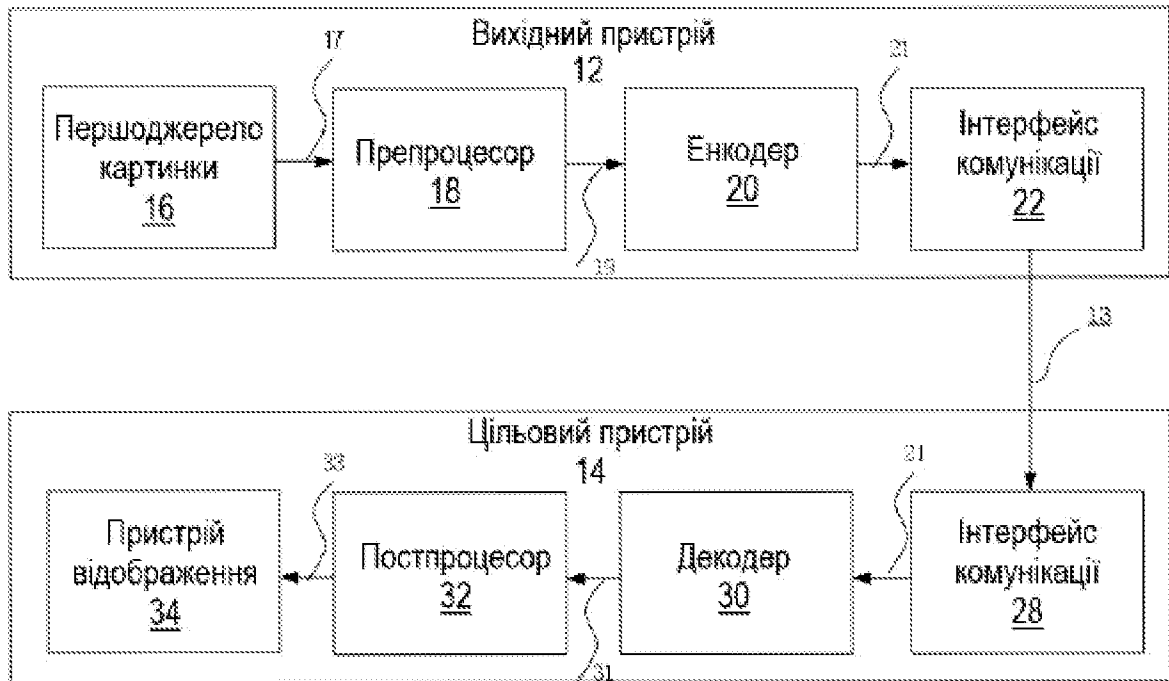


Fig. 1

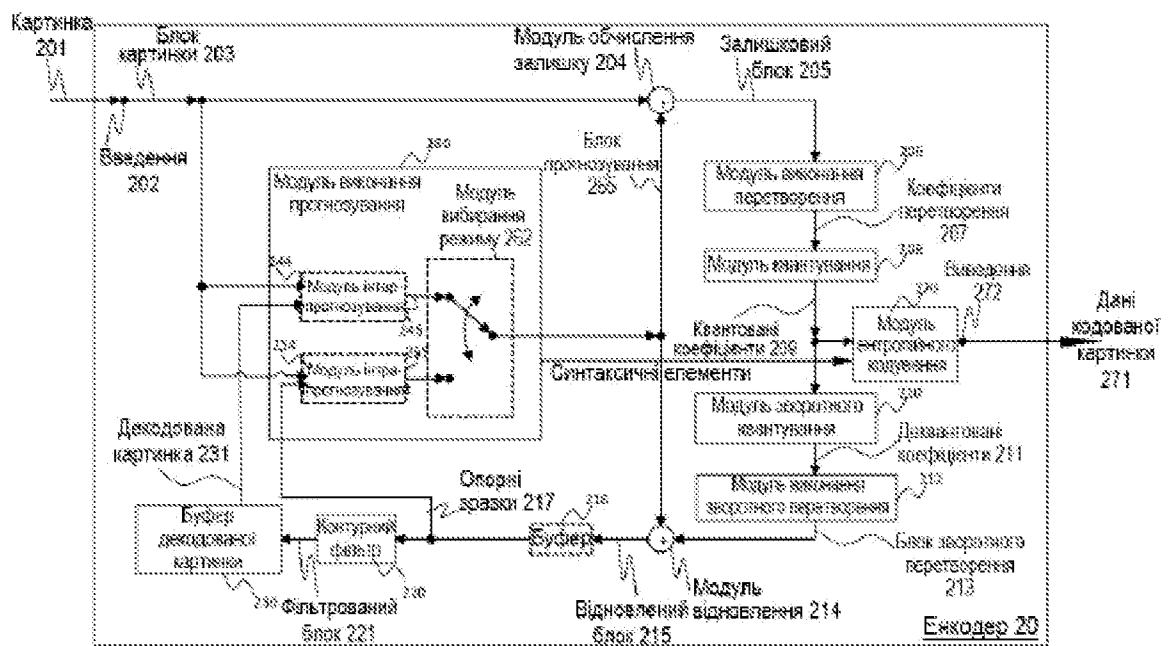
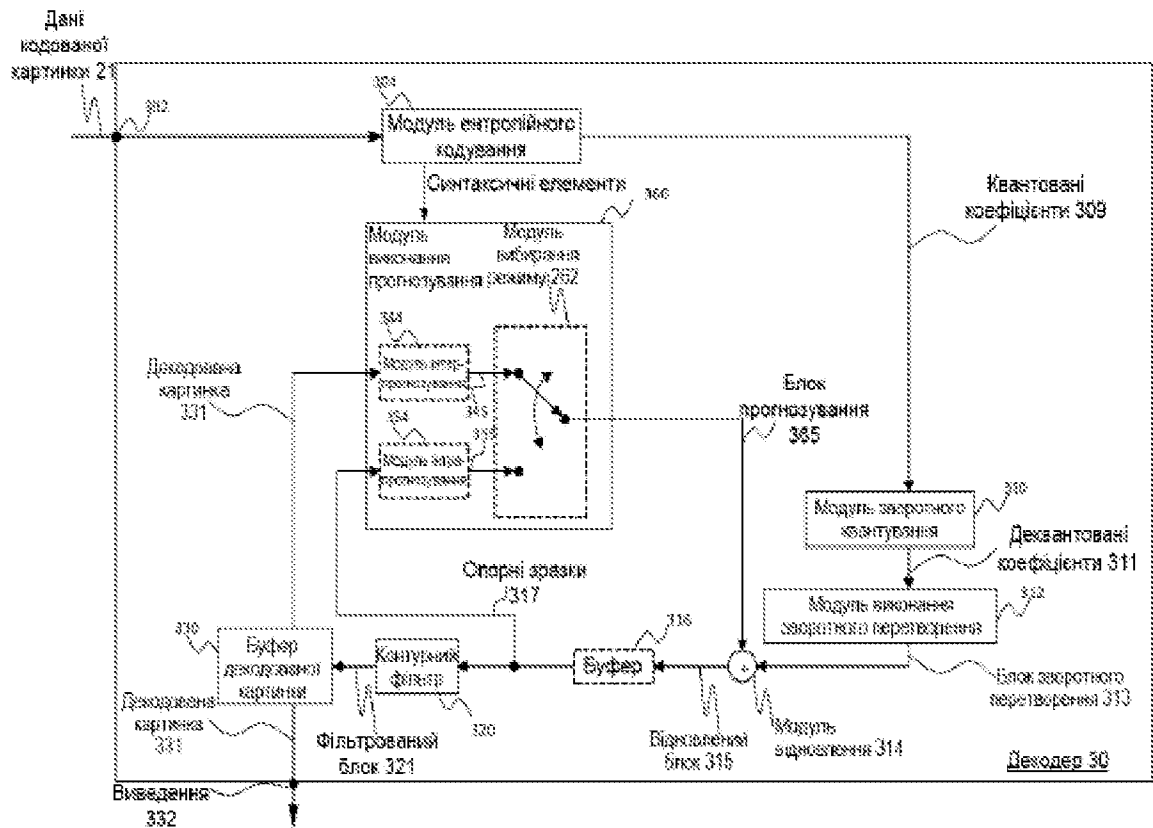
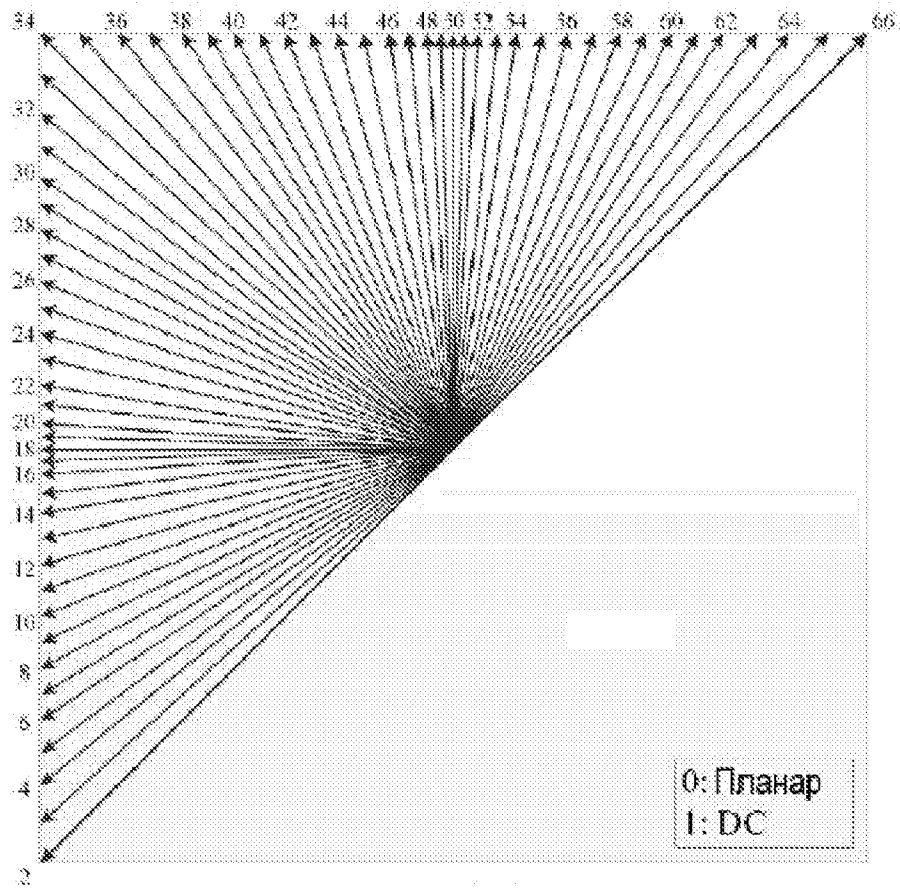


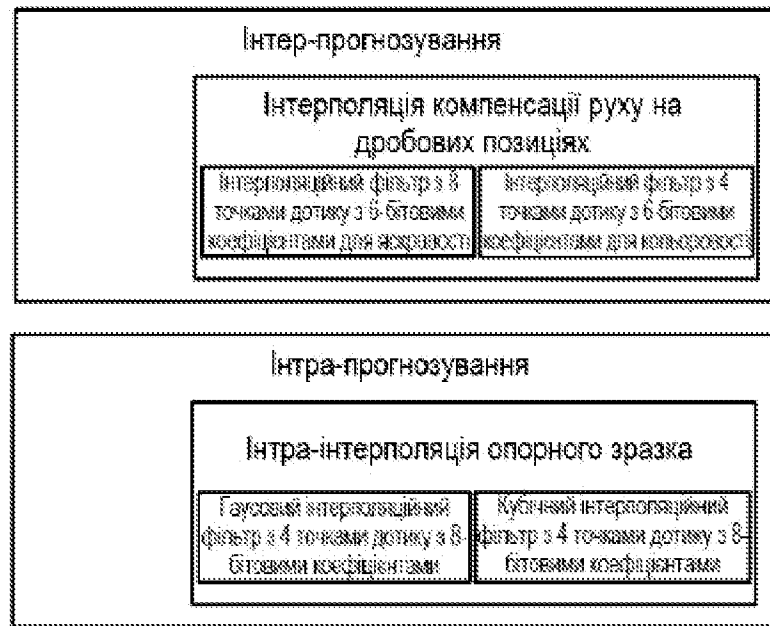
Fig. 2



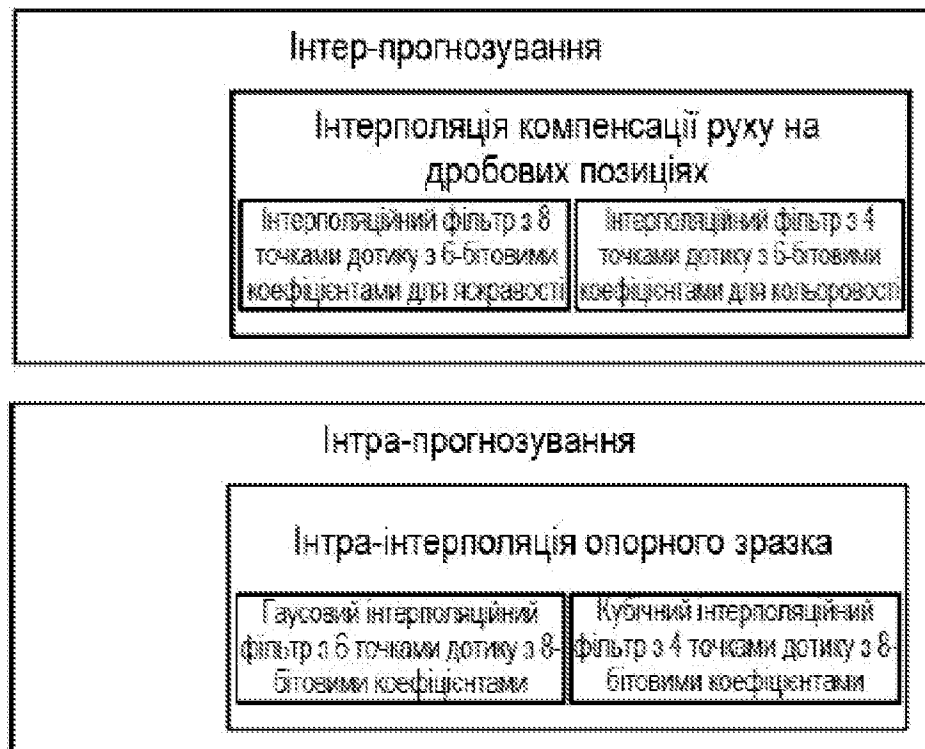
Фіг. 3



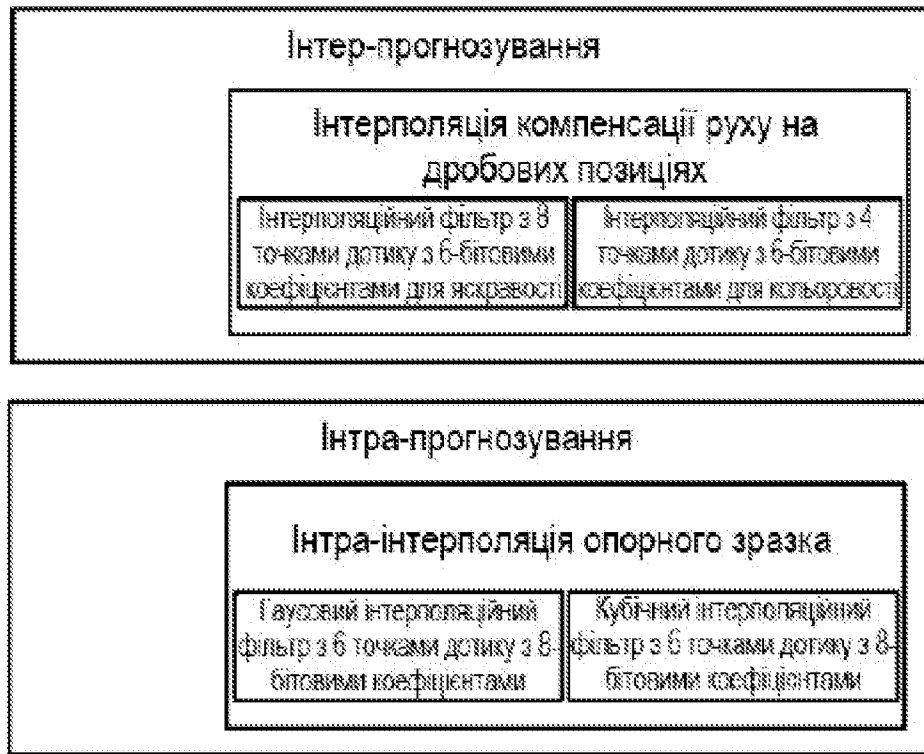
Фіг. 4



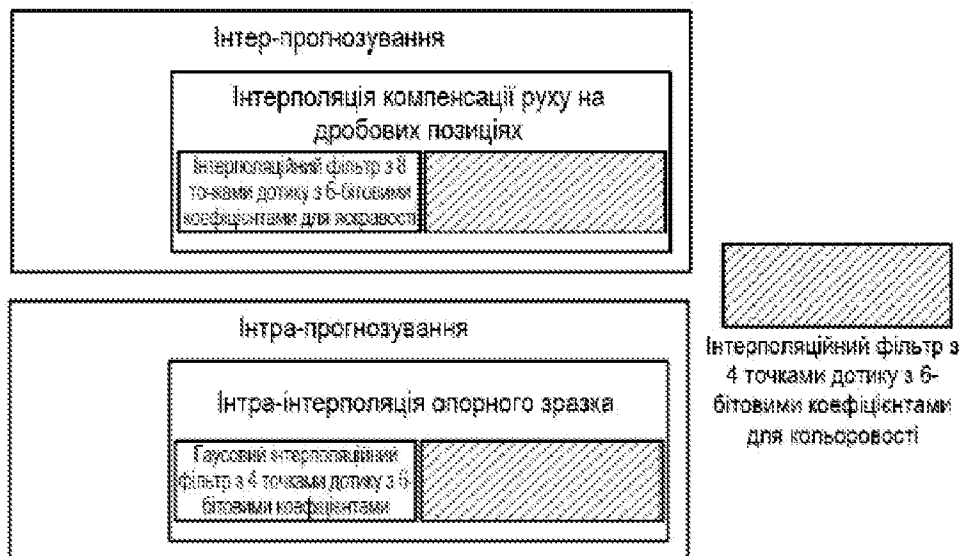
Фіг. 5



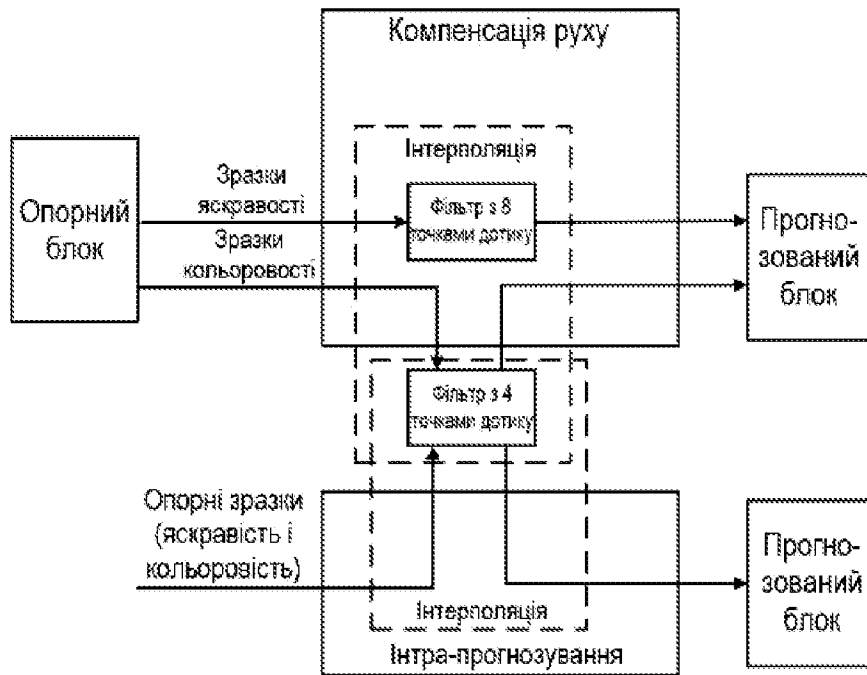
Фіг. 6



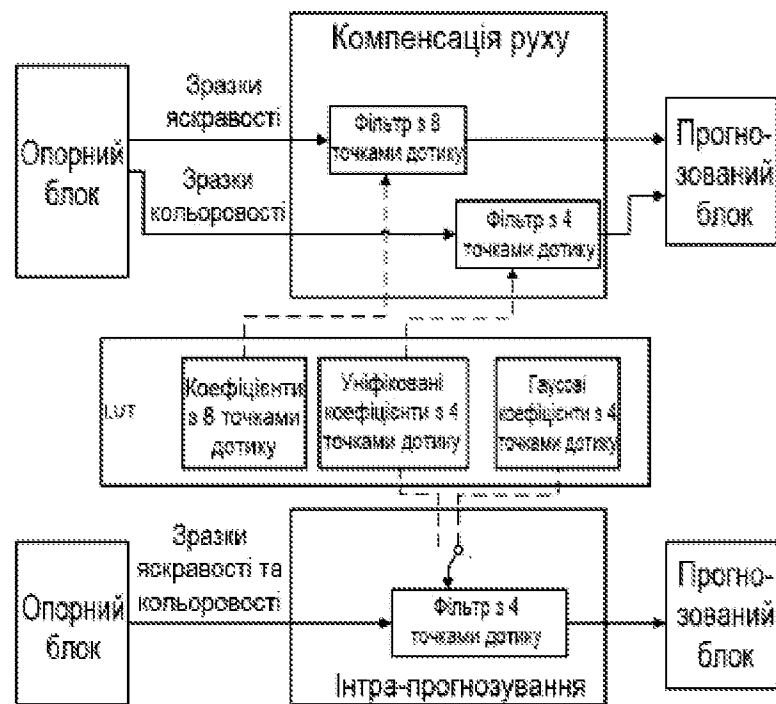
Фіг. 7



Фіг. 8



Фіг. 9



Фіг. 10

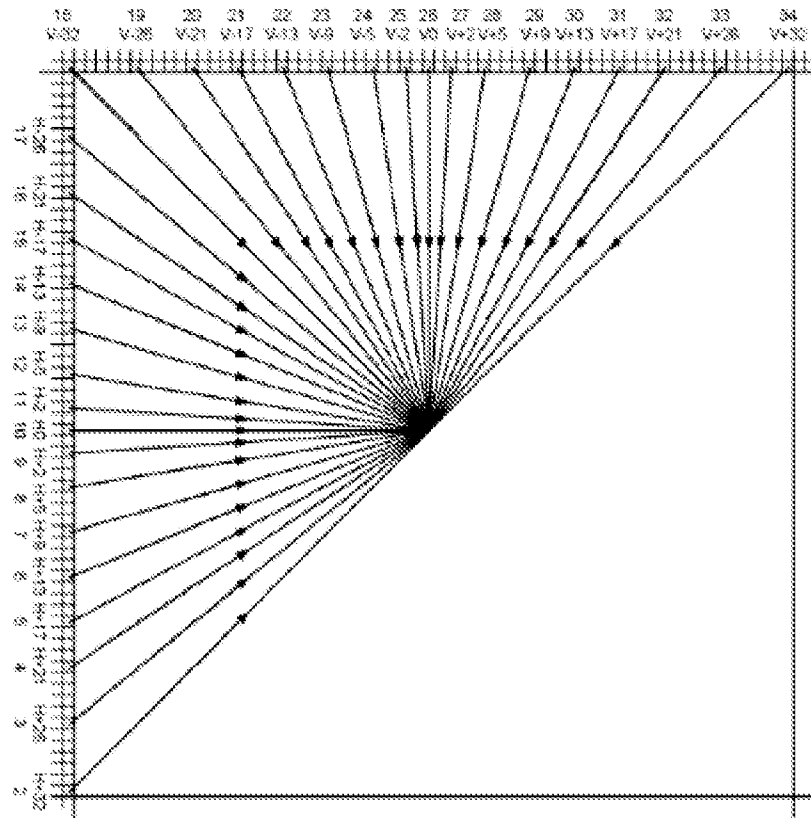


Fig. 11

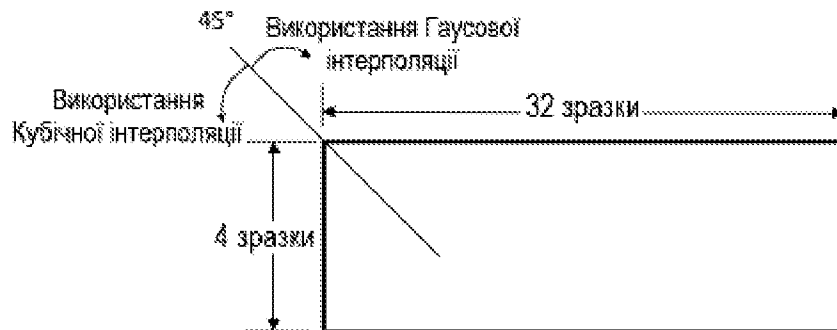


Fig. 12

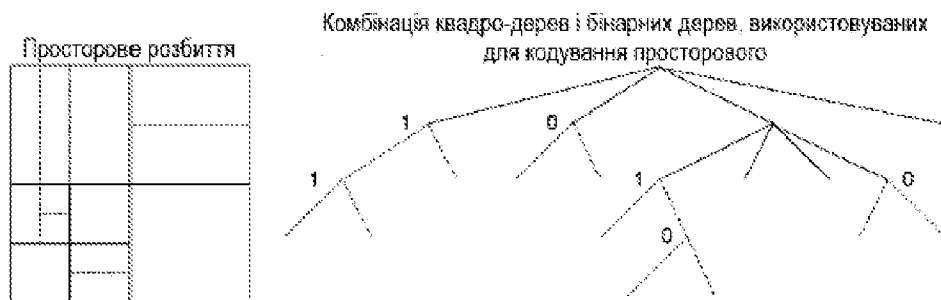
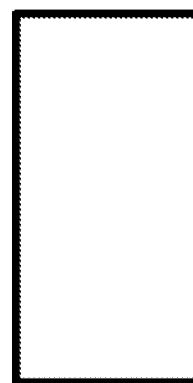


Fig. 13



Горизонтальна
орієнтація



Вертикальна
орієнтація

Fig. 14

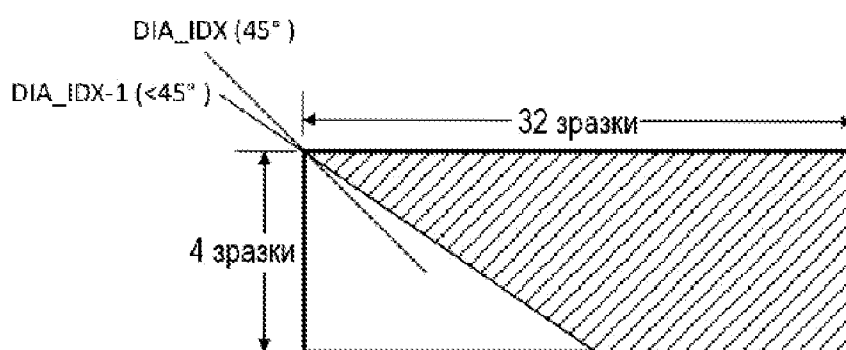


Fig. 15

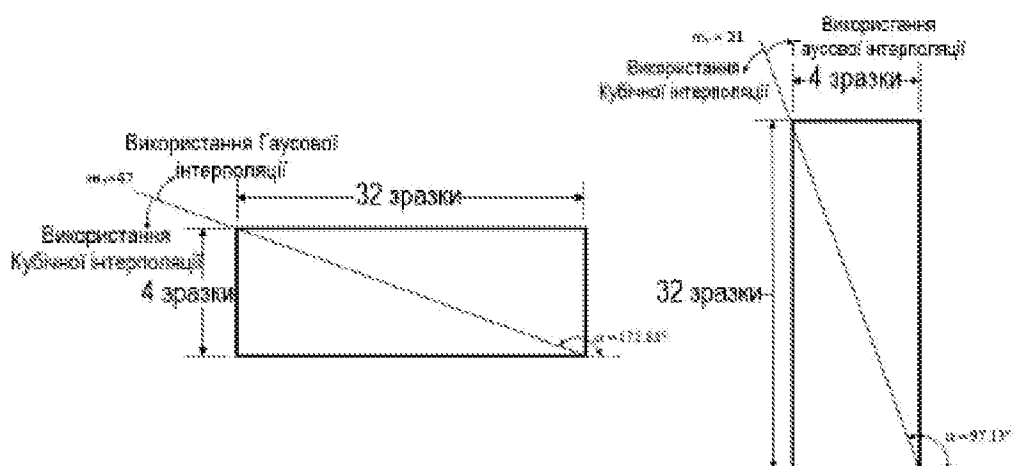
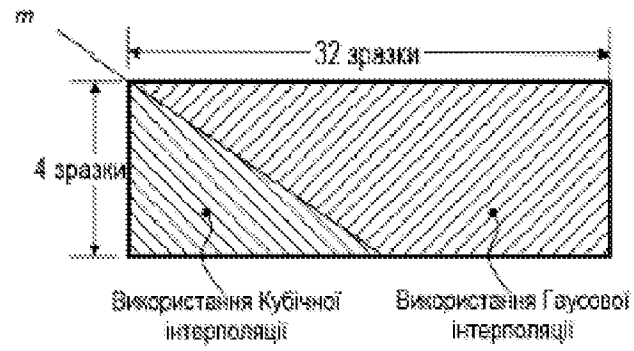
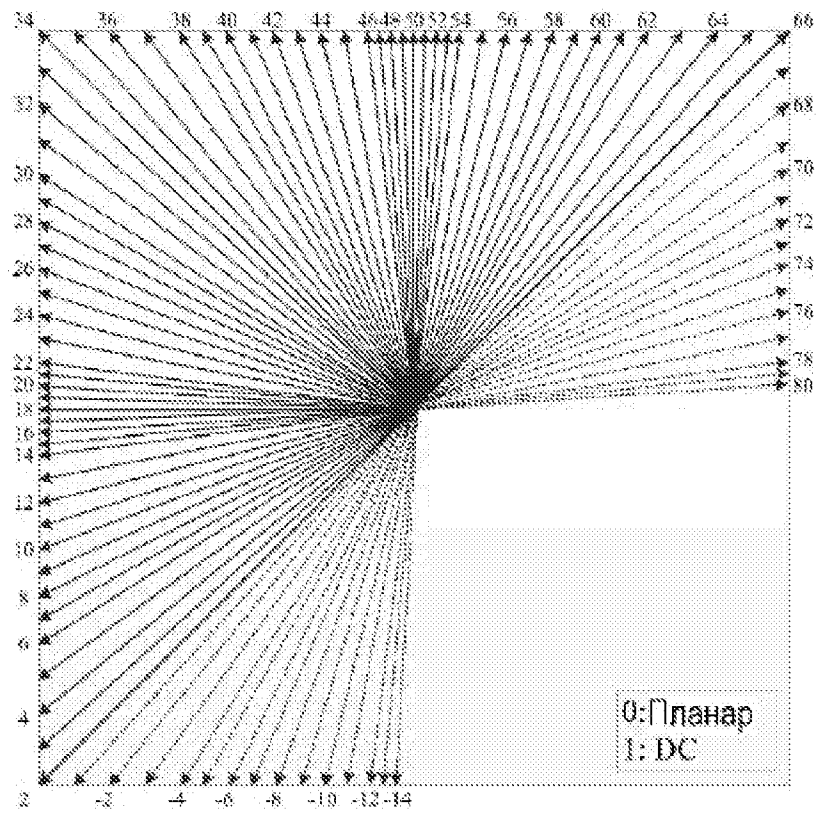


Fig. 16



Фіг. 17



Фіг. 18

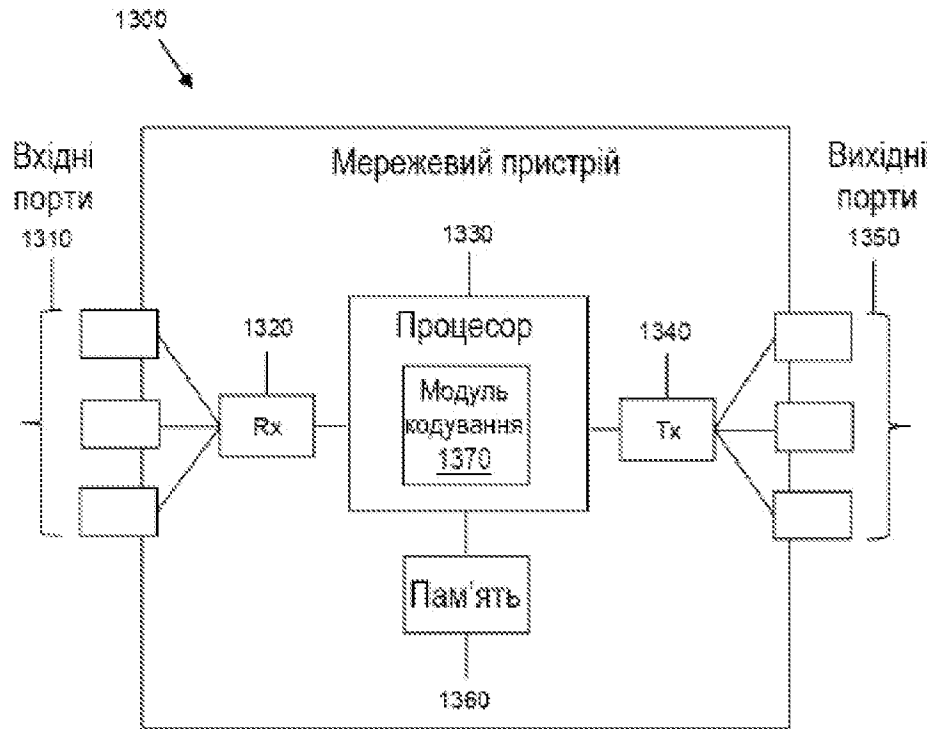


Fig. 19

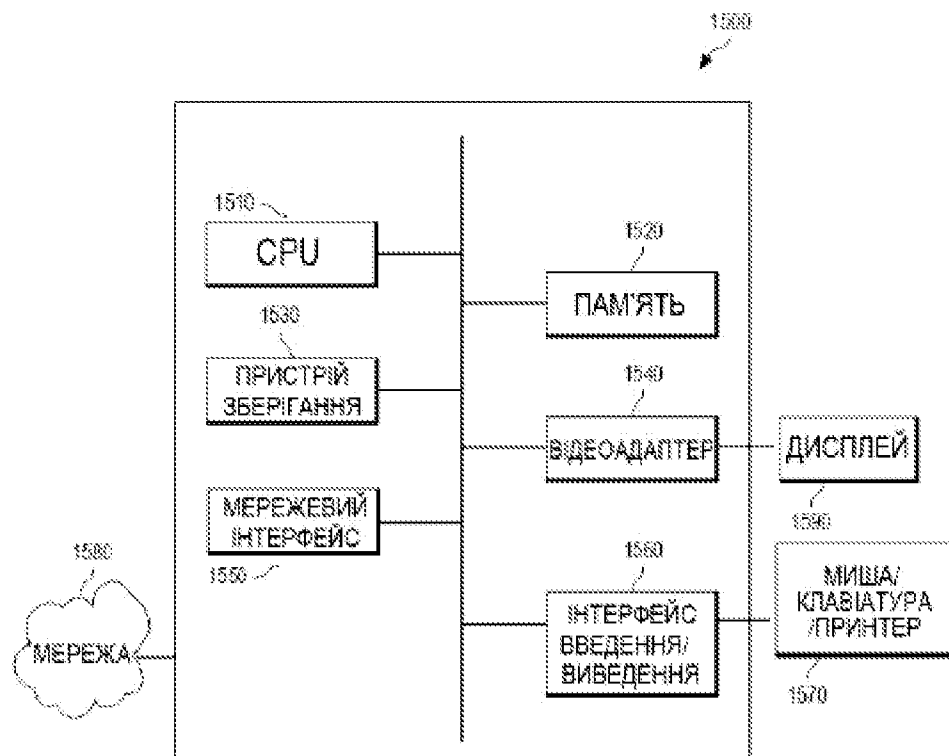


Fig. 20

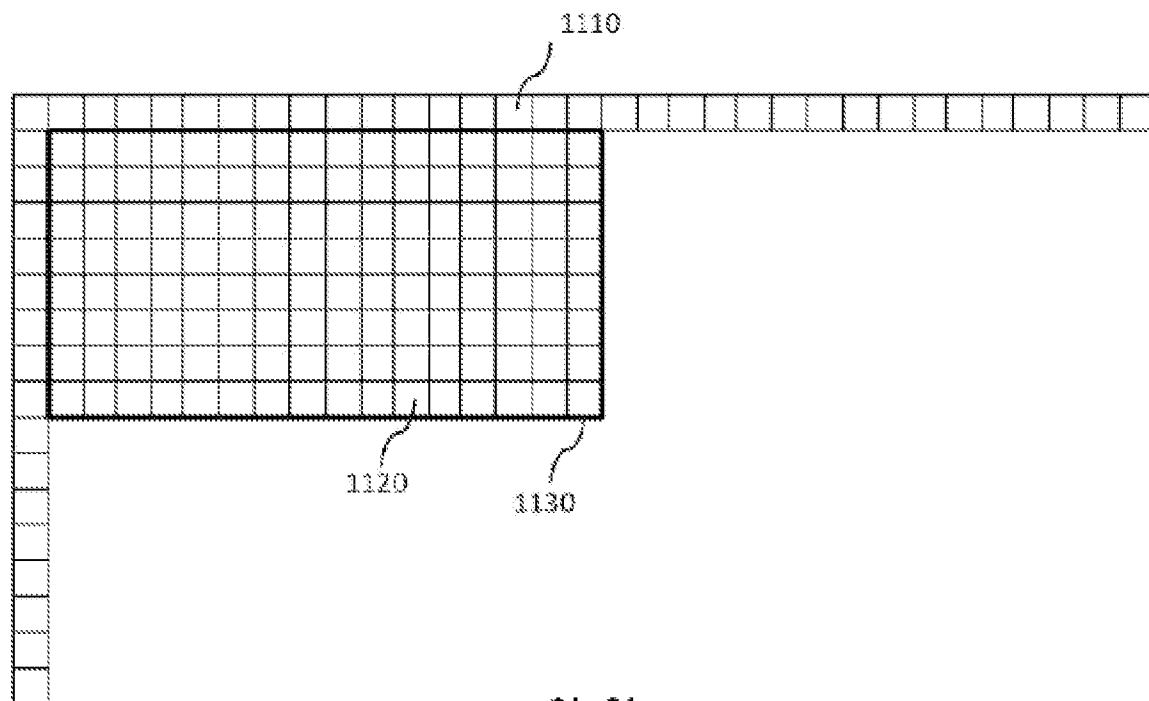


Fig. 21