



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **107157** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
H04N 19/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2013 11830	(72) Винахідник(и):	Соле Рохальс Хоель (US), Джоши Раджан Лаксман (US), Карчевіч Марта (US)
(22) Дата подання заявки:	07.03.2012	(73) Власник(и):	КВЕЛКОММ ІНКОРПОРЕЙТЕД, Attn: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, California 92121-1714, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	25.11.2014	(74) Представник:	Мошинська Ніна Миколаївна, реєстр. №115
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	61/450,555, 61/451,485, 61/451,496, 61/452,384, 61/494,855, 61/497,345, 13/413,514	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	ХР 030008259, 15.01.2011 US 2009154820 A1, 19.06.2009 ХР 030047518, 21.01.2011 ХР 030007526, 07.05.2010 ХР 011099255, 01.07.2003 US 2007285285, 13.12.2007 ХР 026091625, 01.04.2009 ХР 002257292, 06.05.2002 ХР 030082008, 08.12.2010
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	08.03.2011, 10.03.2011, 10.03.2011, 14.03.2011, 08.06.2011, 15.06.2011, 06.03.2012		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	US, US, US, US, US, US, US		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.04.2014, Бюл.№ 8		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.11.2014, Бюл.№ 22		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/US2012/028097, 07.03.2012		

(54) КОДУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЛЯ КОДУВАННЯ ВІДЕО

(57) Реферат:

Дане розкриття описує способи для кодування коефіцієнтів перетворення, асоційованих з блоком залишкових даних відео в процесі кодування відео. Аспекти даного розкриття включають в себе вибір порядку сканування як для кодування відображення значущості, так і для кодування рівня, а також вибір контекстів для статистичного кодування, сумісного з вибраним порядком сканування. Дане розкриття пропонує узгодження порядку сканування для кодування як відображення значущості коефіцієнтів перетворення, так і для кодування рівнів коефіцієнтів перетворення. Запропоновано, щоб порядок сканування для відображення значущості був в оберненому напрямку (тобто від більш високих частот до більш низьких частот). Дане розкриття також пропонує, щоб коефіцієнти перетворення були скановані в піднаборах на відміну від фіксованих суб-блоків. Зокрема, коефіцієнти перетворення

UA 107157 C2

скануються в піднаборі, що складається з ряду послідовних коефіцієнтів відповідно до порядку сканування.

Дана заявка заявляє пріоритет попередньої заявки на патент США № 61/450,555, поданої 8 березня 2011, попередньої заявки на патент США № 61/451,485, поданої 10 березня 2011, попередньої заявки на патент США № 61/451,496, поданої 10 березня 2011, попередньої заявки на патент США № 61/452,384, поданої 14 березня 2011, попередньої заявки на патент США № 61/494,855, поданої 8 червня 2011, і попередньої заявки на патент США № 61/497,345, поданої 15 червня 2011, кожна з яких повністю включена в даний опис за допомогою посилання.

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ, ДО ЯКОЇ НАЛЕЖИТЬ ВІНАХІД

Даний опис належить до кодування відео і, більш конкретно, до способів для сканування та кодування коефіцієнтів перетворення, згенерованих процесами кодування відео.

ПОПЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

Можливості цифрового відео можуть бути вбудовані в широкий діапазон пристроїв, що включають в себе цифрові телевізори, цифрові системи прямого мовлення, системи бездротового мовлення, персональні цифрові асистенти (PDA), ноутбуки або настільні комп'ютери, цифрові камери, цифрові пристрої запису, цифрові медіа плеєри, ігрові відео пристрої, ігрові відео приставки, стільникові або супутникові радіотелефони, пристрої відео телеконференцій тощо. Цифрові відео пристрої реалізують способи стиснення відео, такі як способи, описані в стандартах, визначених в MPEG-2, MPEG-4, ITU-T H.263, ITU-T H.264/MPEG-4, Частина 10, розширене кодування відео (AVC), стандарт високоефективного кодування відео (HEVC), що розробляється в цей час, і розширення таких стандартів для передачі, прийому і зберігання цифрової відео інформації більш ефективно.

Способи стиснення відео включають в себе просторове прогнозування і/або часове прогнозування для зменшення або видалення надмірності, властивій відео послідовностям. Для кодування відео, оснований на блоці, відео кадр або вирізка можуть бути фрагментовані на блоки. Кожний блок може бути додатково фрагментований. Блоки в інтра- (внутрішньо) кодованих (I) кадри або вирізці кодуються, використовуючи просторове прогнозування відносно опорних вибірок в сусідніх блоках в тому самому кадри або вирізці. Блоки в інтер- (зовні) кодованому (P або B) кадри або вирізці можуть використовувати просторове прогнозування відносно опорних вибірок в сусідніх блоках в тому самому кадри або вирізці або часове прогнозування відносно опорних вибірок в інших опорних кадрах. Просторове або часове прогнозування приводить до прогнозуючого блока для блока, який повинен бути закодований. Залишкові дані представляють піксельні різниці між оригінальним блоком, який повинен бути закодований, і прогнозуючим блоком.

Зовні кодований блок кодується відповідно до вектора руху, який вказує на блок опорних вибірок, що формують прогнозуючий блок, і залишковими даними, що вказують різницю між закодованим блоком і прогнозуючим блоком. Внутрішньо кодований блок кодується відповідно до режиму внутрішнього кодування і залишкових даних. Для додаткового стиснення залишкові дані можуть бути перетворені з піксельної ділянки в ділянку перетворення, приводячи до залишкових коефіцієнтів перетворення, які потім можуть бути квантовані. Квантовані коефіцієнти перетворення, спочатку скомпоновані в двомірному масиві, можуть скануватися в конкретному порядку, щоб сформувати одномірний вектор коефіцієнтів перетворення для статистичного кодування.

СУТЬ ВІНАХОДУ

В цілому, дане розкриття описує пристрої та способи для кодування коефіцієнтів перетворення, асоційованих з блоком залишкових відео даних, в процесі кодування відео. Способи, структури і методи, описані в даному розкритті, застосовні для процесів кодування відео, які використовують статистичне кодування (наприклад, контекстне адаптивне двійкове арифметичне кодування (CABAC)) для кодування коефіцієнтів перетворення. Аспекти даного розкриття включають в себе вибір порядку сканування як для кодування відображення значущості, так і для кодування рівня і знаку, а також вибір контекстів для статистичного кодування, сумісного з вибраним порядком сканування. Способи, структури і методи даного розкриття застосовні для використання як в кодері відео, так і в декодері відео.

Дане розкриття пропонує узгодженість (гармонізацію) порядку сканування для кодування як відображення значущості коефіцієнтів перетворення, так і для кодування рівнів коефіцієнтів перетворення. Тобто, скажімо, в деяких прикладах порядок сканування для кодування відображення значущості та рівня повинен мати один і той самий шаблон і напрямок. В іншому прикладі передбачається, що порядок сканування для відображення значущості повинен бути в оберненому напрямку (тобто від коефіцієнтів для більш високих частот до коефіцієнтів для більш низьких частот). У ще одному прикладі передбачається, що порядок сканування для кодування відображення значущості та рівня повинен бути узгоджений таким чином, щоб кожний здійснювався в оберненому напрямку.

Дане розкриття також пропонує, щоб в деяких прикладах коефіцієнти перетворення були скановані в піднаборах. Зокрема, коефіцієнти перетворення скануються в піднаборі, що складається з ряду послідовних коефіцієнтів, відповідно до порядку сканування. Такі піднабори можуть бути застосовні як для сканування відображення значущості, так і для сканування рівня коефіцієнтів.

Додатково, дане розкриття пропонує, щоб в деяких прикладах сканування відображення значущості та сканування рівня коефіцієнтів були виконані в послідовних скануваннях і відповідно до одного і того самого порядку сканування. В одному аспекті порядком сканування є обернений порядок сканування. Послідовні сканування можуть складатися з декількох проходів сканування. Кожний прохід сканування може складатися з проходу сканування елементів синтаксису. Наприклад, першим скануванням є сканування відображення значущості (яке також називається контейнером (накопичувачем) 0 рівня коефіцієнтів перетворення), друге сканування має контейнер один рівнів коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі, третє сканування може мати контейнер два рівнів коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі, четверте сканування має контейнери рівнів коефіцієнтів перетворення, що залишилися, і п'яте сканування виконується для знаку рівнів коефіцієнтів перетворення. Прохід для знаку може мати місце в будь-який момент після проходу відображення значущості. Додатково, кількість проходів сканування може бути зменшена за допомогою кодування більш ніж одного елемента синтаксису для кожного проходу. Наприклад, один прохід сканування для елементів синтаксису використовує закодовані контейнери, і другий прохід сканування для елементів синтаксису використовує контейнери обходу (наприклад, рівні, що залишилися, і знак). У цьому контексті контейнером є частина рядка контейнера, яка статистично кодується. Заданий елемент синтаксису з недвійковим значенням відображається в двійкову послідовність (так званий рядок контейнерів).

Дане розкриття також пропонує, щоб в деяких прикладах коефіцієнти перетворення були закодовані, використовуючи CABAC, в двох різних ділянках контексту. Виведення контексту для першої ділянки контексту залежить від позиції коефіцієнтів перетворення, в той час як виведення контексту для другої ділянки залежить від казуальних (випадкових) сусідніх коефіцієнтів перетворення. В іншому прикладі друга ділянка контексту може використовувати дві різні моделі контексту залежно від місцеположення коефіцієнтів перетворення.

В одному прикладі даного розкриття запропонований спосіб кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими даними відео в процесі кодування відео. Спосіб містить кодування інформації, що вказує коефіцієнти значущості для цієї множини коефіцієнтів перетворення згідно з порядком сканування, і кодування інформації, що вказує рівні цієї множини коефіцієнтів перетворення згідно з порядком сканування.

В іншому прикладі даного розкриття запропонована система, сконфігурована для кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими даними відео в процесі кодування відео. Система містить модуль кодування відео, сконфігурований для кодування інформації, що вказує коефіцієнти значущості для цієї множини коефіцієнтів перетворення згідно з порядком сканування, і додатково сконфігурований для кодування інформації, що вказує рівні цих коефіцієнтів значущості для згаданої множини коефіцієнтів перетворення згідно з порядком сканування.

В іншому прикладі даного розкриття запропонована система для кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими даними відео, в процесі кодування відео. Система містить засіб для кодування інформації, що вказує коефіцієнти значущості для цієї множини коефіцієнтів перетворення згідно з порядком сканування, і засіб для кодування інформації, що вказує рівні цих коефіцієнтів значущості для згаданої множини коефіцієнтів перетворення згідно з порядком сканування.

В іншому прикладі даного розкриття комп'ютерний програмний продукт містить зчитуваний комп'ютером запам'ятовувачий носій, що зберігає команди, які при виконанні змушують процесор пристрою кодувати множину коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими даними відео, в процесі кодування відео, щоб кодувати інформацію, що вказує коефіцієнти значущості для цієї множини коефіцієнтів перетворення згідно з порядком сканування, і кодувати інформацію, що вказує рівні цих коефіцієнтів значущості для згаданої множини коефіцієнтів перетворення згідно з цим порядком сканування.

Подробиці одного або більше прикладів наводяться в супровідних кресленнях та описі, представлених нижче. Інші ознаки, задачі та переваги будуть очевидні з опису і креслень та з формули винаходу.

КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

Фіг. 1 є концептуальною діаграмою, що ілюструє процес кодування відображення значущості.

5 Фіг. 2 є концептуальною діаграмою, що ілюструє шаблони і напрямки сканування для кодування відображення значущості.

Фіг. 3 є концептуальною діаграмою, що ілюструє спосіб сканування для кодування рівня блока перетворення.

Фіг. 4 є блок-схемою, що ілюструє зразкову систему кодування відео.

Фіг. 5 є блок-схемою, що ілюструє зразковий кодер відео.

10 Фіг. 6 є концептуальною діаграмою, що ілюструє обернені порядки сканування для кодування відображення значущості та рівня коефіцієнтів.

Фіг. 7 є концептуальною діаграмою, що ілюструє перший піднабір коефіцієнтів перетворення відповідно до оберненого діагонального порядку сканування.

15 Фіг. 8 є концептуальною діаграмою, що ілюструє перший піднабір коефіцієнтів перетворення відповідно до оберненого порядку горизонтального сканування.

Фіг. 9 є концептуальною діаграмою, що ілюструє перший піднабір коефіцієнтів перетворення відповідно до оберненого порядку вертикального сканування.

Фіг. 10 є концептуальною діаграмою, що ілюструє ділянки контексту для кодування відображення значущості.

20 Фіг. 11 є концептуальною діаграмою, що ілюструє зразкові ділянки контексту для кодування відображення значущості, що використовує обернений порядок сканування.

Фіг. 12 є концептуальною діаграмою, що ілюструє зразкових казуальних сусідів для статистичного кодування, що використовує прямий порядок сканування.

25 Фіг. 13 є концептуальною діаграмою, що ілюструє зразкових казуальних сусідів для статистичного кодування, що використовує обернений порядок сканування.

Фіг. 14 є концептуальною діаграмою, що ілюструє зразкові ділянки контексту для статистичного кодування, що використовує обернений порядок сканування.

Фіг. 15 є концептуальною діаграмою, що ілюструє зразкових казуальних сусідів для статистичного кодування, що використовує обернений порядок сканування.

30 Фіг. 16 є концептуальною діаграмою, що ілюструє інший приклад ділянок контексту для САВАС, що використовує обернений порядок сканування.

Фіг. 17 є концептуальною діаграмою, що ілюструє інший приклад ділянок контексту для САВАС, що використовує обернений порядок сканування.

35 Фіг. 18 є концептуальною діаграмою, що ілюструє інший приклад ділянок контексту для САВАС, що використовує обернений порядок сканування.

Фіг. 19 є блок-схемою, що ілюструє зразковий блок статистичного кодування.

Фіг. 20 є блок-схемою, що ілюструє зразковий декодер відео.

Фіг. 21 є блок-схемою, що ілюструє зразковий блок статистичного декодування.

40 Фіг. 22 є блок-схемою, що ілюструє зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів з узгодженим порядком сканування.

Фіг. 23 є блок-схемою, що ілюструє зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів і виведення контексту статистичного кодування.

Фіг. 24 є блок-схемою, що ілюструє інший зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів і виведення контексту статистичного кодування.

45 Фіг. 25 є блок-схемою, що ілюструє інший зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів і виведення контексту статистичного кодування.

Фіг. 26 є блок-схемою, що ілюструє зразковий процес для кодування відображення значущості, що використовує обернений напрямок сканування.

50 Фіг. 27 є блок-схемою, що ілюструє зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів відповідно до піднабору коефіцієнтів перетворення.

Фіг. 28 є блок-схемою, що ілюструє інший зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів, відповідно до піднабору коефіцієнтів перетворення.

Фіг. 29 є блок-схемою, що ілюструє інший зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів відповідно до піднабору коефіцієнтів перетворення.

55 Фіг. 30 є блок-схемою, що ілюструє зразковий процес для статистичного кодування, що використовує множинні ділянки.

ДОКЛАДНИЙ ОПИС

Цифрові відео пристрої реалізують способи стиснення відео, щоб більш ефективно передавати і приймати цифрову відео інформацію. Стиснення відео може застосовувати

способи просторового (внутрішньокадрового) прогнозування і/або часового (міжкадрового) прогнозування, щоб зменшити або видалити надмірність, властиву послідовностям відео.

Для кодування відео відповідно до стандарту високоефективного кодування відео (HEVC), що в цей час розробляється спільною об'єднаною командою для кодування відео (JCT-VC), як один приклад, відео кадр може бути фрагментований на блоки кодування. Блок кодування в цілому відноситься до ділянки зображення, яка служить базовим блоком, до якого застосовуються різні інструменти кодування для стиснення відео. Блок кодування звичайно є квадратним (хоча не обов'язково), і може бути розглянутий як аналогічний так званому макроблоку, наприклад, відповідно до інших стандартів кодування відео, таких як ITU-T H.264. Кодування, відповідно до деяких із запропонованих в цей час аспектів розвитку стандарту HEVC, описане нижче в даній заявці з метою ілюстрації. Однак способи, описані в даному розкритті, можуть бути корисні для інших процесів кодування відео, таких як процеси, визначені відповідно до H.264 або іншого стандарту, або складаючи власність процеси кодування відео.

Щоб досягнути бажаної ефективності кодування, блок кодування (CU) може мати змінні розміри залежно від відео контенту. Додатково, блок кодування може бути розбитий на менші блоки для прогнозування або перетворення. Зокрема, кожний блок кодування може бути додатково фрагментований на блоки прогнозування (блоки PU) і блоки перетворення (блоки TU). Блоки прогнозування можуть бути розглянуті як аналогічні так званим фрагментам (розділенням) відповідно до інших стандартів кодування відео, таких як стандарт H.264. Блок перетворення (TU) в цілому відноситься до блока залишкових даних, до яких застосовується перетворення, щоб сформувати коефіцієнти перетворення.

Блок кодування звичайно має компоненту яскравості, позначену як Y, і дві компоненти кольоровості, позначені як U та V. Залежно від формату дискретизації відео, розмір компонент U та V, в термінах кількості вибірок, може бути однаковим або відрізнятися від розміру компоненти Y.

Щоб закодувати блок (наприклад, блок прогнозування даних відео), спочатку виводиться прогнозувальник для блока. Прогнозувальник, який також називається прогнозуючим блоком, може бути виведений або за допомогою інтра-прогнозування (I) (тобто, просторового прогнозування) або інтер-прогнозування (P або B) (тобто, часового прогнозування). Отже, деякі блоки прогнозування можуть бути інтра-кодовані (I), використовуючи просторове прогнозування відносно опорних вибірок в сусідніх опорних блоках в одному і тому самому кадри (або вирізці), і інші блоки прогнозування можуть бути однонаправлено ззовні кодовані (P) або двонаправлено ззовні кодовані (B) відносно блоків опорних вибірок в інших раніше закодованих кадрах (або вирізках). У кожному випадку опорні вибірки можуть бути використані для формування прогнозуючого блока для блока, який повинен бути закодований.

Після ідентифікації прогнозуючого блока, визначається різниця між оригінальним блоком даних відео і його прогнозуючим блоком. Ця різниця може називатися залишковими даними прогнозування, і вказує піксельні різниці між піксельними значеннями в блоці, який повинен бути закодований, і піксельними значеннями в прогнозуючому блоці, вибраному для представлення закодованого блока. Щоб досягнути кращого стиснення, залишкові дані прогнозування можуть бути перетворені, наприклад, використовуючи дискретне косинусне перетворення (DCT), цілочисельне перетворення, перетворення Карунена-Лева (Karhunen-Loeve) (K-L) або інше перетворення.

Залишкові дані в блоці перетворення, такому як TU, можуть бути скомпоновані в двовірному (2D) масиві значень піксельної різниці, що знаходяться в просторовій, піксельній ділянці. Перетворення перетворює залишкові піксельні значення в двовірний масив коефіцієнтів перетворення в ділянці перетворення, такий як частотна ділянка. Для додаткового стиснення коефіцієнти перетворення можуть бути квантовані раніше статистичного кодування. Статистичний кодер потім застосовує статистичне кодування, таке як контекстне адаптивне кодування із змінною довжиною коду (CAVLC), контекстне адаптивне двійкове арифметичне кодування (CABAC), статистичне кодування з фрагментуванням інтервалу імовірності (PIPE) тощо, до квантованих коефіцієнтів перетворення.

Для виконання статистичного кодування блока квантованих коефіцієнтів перетворення звичайно виконується процес сканування таким чином, щоб двовірний (2D) масив квантованих коефіцієнтів перетворення в блоці був оброблений відповідно до конкретного порядку сканування у впорядкований одноірний (1D) масив, тобто, вектор, коефіцієнтів перетворення. Статистичне кодування застосовується в одноірному (1-D) порядку коефіцієнтів перетворення. Сканування квантованих коефіцієнтів перетворення в блоці перетворення перетворює в послідовну форму 2D масив коефіцієнтів перетворення для статистичного кодера. Відображення значущості може бути згенероване для вказівки позицій значущих (тобто,

ненульових) коефіцієнтів. Сканування може бути застосоване для сканування рівнів значущих (тобто, ненульових) коефіцієнтів і/або для кодування знаків значущих коефіцієнтів.

Для DCT, як приклад, часто є більш висока імовірність ненульових коефіцієнтів у напрямку до лівого верхнього кута (тобто, низькочастотної ділянки) 2D блока перетворення. Може бути бажано сканувати коефіцієнти способом, який збільшує імовірність групування ненульових коефіцієнтів разом в одному кінці перетвореної в послідовну форму серії коефіцієнтів, дозволяючи нульовим коефіцієнтам групуватися разом у напрямку до іншого кінця перетвореного в послідовну форму вектора і більш ефективно кодуватися як серії нулів. Тому порядок сканування може бути важливий для ефективного статистичного кодування.

Як один приклад, так званий діагональний (або хвильового фронту) порядок сканування був прийнятий для використання при скануванні квантованих коефіцієнтів перетворення в стандарті HEVC. Альтернативно, можуть бути використані зигзагоподібний, горизонтальний, вертикальний або інші порядки сканування. За допомогою перетворення і квантування, як згадано вище, ненульові коефіцієнти перетворення в цілому розташовуються в низькочастотній ділянці у напрямку до верхньої лівої ділянки блока, наприклад, де перетворенням є DCT. У результаті після процесу діагонального сканування, який може спочатку перетнути верхню ліву ділянку, ненульові коефіцієнти перетворення звичайно більш ймовірно повинні бути розташовані у фронтальній частині сканування. Для процесу діагонального сканування, який спочатку перетинає з більш нижньої правої ділянки, ненульові коефіцієнти перетворення звичайно більш ймовірно повинні бути розташовані в задній частині сканування.

Ряд нульових коефіцієнтів звичайно буде згрупований в одному кінці сканування, залежно від напрямку сканування, через зменшену енергію на більш високих частотах і через ефекти квантування, які можуть змушувати деякі ненульові коефіцієнти ставати нульовими коефіцієнтами після зменшення глибини в бітах. Ці характеристики розподілу коефіцієнтів у перетвореному в послідовну форму 1D масиві можуть бути використані в структурі статистичного кодера для підвищення ефективності кодування. Іншими словами, якщо ненульові коефіцієнти можуть бути ефективно скомпоновані в одній частині 1D масиву за допомогою деякого відповідного порядку сканування, може очікуватися поліпшена ефективність кодування через структуру багатьох статистичних кодерів.

Щоб досягнути цієї задачі розміщення більшої кількості ненульових коефіцієнтів в одному кінці 1D масиву, різні порядки сканування можуть бути використані у відео кодері-декодері (кодеку), щоб закодувати коефіцієнти перетворення. У деяких випадках діагональне сканування може бути ефективним. В інших випадках різні типи сканування, такі як зигзагоподібне, вертикальне або горизонтальне сканування може бути більш ефективним.

Різні порядки сканування можуть бути здійснені різними способами. Один приклад полягає в тому, що для кожного блока коефіцієнтів перетворення «найкращий» порядок сканування може бути вибраний з ряду доступних порядків сканування. Пристрій кодування відео потім може забезпечити декодеру індикацію, для кожного блока, індексу найкращого порядку сканування серед набору порядків сканування, позначених відповідними індексами. Вибір найкращого порядку сканування може бути визначений за допомогою застосування декількох порядків сканування і вибору одного, який є найбільш ефективним при розміщенні ненульових коефіцієнтів біля початку або кінця 1D вектора, таким чином сприяючи ефективному статистичному кодуванню.

В іншому прикладі порядок сканування для поточного блока може бути визначений на основі різних факторів, що відносяться до кодування підходящого блока прогнозування, таких як режим прогнозування (I, B, P), розмір блока, перетворення або інших факторів. У деяких випадках, оскільки одна і та сама інформація, наприклад, режим прогнозування, може бути виведена як на боці кодера, так і на боці декодера, може не бути необхідності забезпечувати індикацію індексу порядку сканування декодеру. Замість цього декодер відео може зберегти дані конфігурації, які вказують задане знання підходящого порядку сканування режиму прогнозування для блока і один або більше критеріїв, які відображають режим прогнозування в конкретний порядок сканування.

Щоб додатково підвищити ефективність кодування, доступні порядки сканування можуть не бути постійними весь час. Замість цього деяка адаптація може бути дозволена таким чином, щоб порядок сканування адаптивно регулювався, наприклад, на основі коефіцієнтів, які вже закодовані. Звичайно адаптація порядку сканування може бути зроблена таким чином, щоб відповідно до вибраного порядку сканування більш ймовірно були згруповані нульові та ненульові коефіцієнти.

У деяких кодах відео первинні доступні порядки сканування можуть бути в дуже регулярній формі, такий як тільки горизонтальне, вертикальне, діагональне або зигзагоподібне

сканування. Альтернативно, порядки сканування можуть бути виведені за допомогою процесу навчання і тому можуть здатися дещо випадковими. Процес навчання може залучати застосування різних порядків сканування до блока або послідовностей блоків для ідентифікації порядку сканування, який приводить до бажаних результатів, наприклад, з точки зору ефективного розміщення ненульових коефіцієнтів і нульових коефіцієнтів, як згадано вище.

Якщо порядок сканування виведений (одержаний) з процесу навчання, або якщо множина різних порядків сканування може бути вибрана, може бути вигідно зберегти конкретні порядки сканування як на боці кодера, так і на боці декодера. Обсяг даних, що задають такі порядки сканування, може бути істотним. Наприклад, для блока перетворення 32x32 один порядок сканування може містити 1024 позицій коефіцієнтів перетворення. Оскільки можуть існувати блоки різних розмірів, і для кожного розміру блока перетворення може існувати ряд різних порядків сканування, загальний обсяг даних, які повинні бути збережені, не є нехтуваним. Звичайні порядки сканування, такі як діагональний, горизонтальний, вертикальний або зигзагоподібний порядок, можуть не вимагати ділянки зберігання або можуть вимагати мінімальної ділянки зберігання. Однак діагональний, горизонтальний, вертикальний або зигзагоподібний порядки можуть не забезпечити достатньої різноманітності, щоб забезпечити продуктивність кодування, яка знаходиться нарівні з навченими порядками сканування.

В одному звичайному прикладі для стандарту H.264 та HEVC, що в цей час розробляється, коли використовується статистичний кодер CABAC, позиції значущих коефіцієнтів (тобто, ненульових коефіцієнтів перетворення) в блоці перетворення (тобто, блоці перетворення в HEVC) є кодованими раніше рівнів коефіцієнтів. Процес кодування місцеположень значущих коефіцієнтів називається кодуванням відображення значущості. Значущість коефіцієнта є такою самою, що і контейнер нуль рівня коефіцієнтів. Як показано на ФІГ. 1, кодування відображення значущості квантованих коефіцієнтів 11 перетворення виробляє відображення 13 значущості. Відображення 13 значущості є відображенням (картою) одиниць і нулів, де одиниці вказують місцеположення значущих коефіцієнтів. Відображення значущості звичайно вимагає високого відсоткового вмісту швидкості передачі відео. Способи даного розкриття можуть також застосовуватися для використання з іншими статистичними кодерами (наприклад, PIPE).

Зразковий процес для кодування відображення значущості описаний в D. Marpe, H. Schwarz, і «T. Wiegand Context-Based Adaptive Binary Arithmetic Coding in the H.264/AVC Video Compression Standard», IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 13, № 7, July 2003. У цьому процесі кодується відображення значущості, якщо є щонайменше один значущий коефіцієнт в блоці, як вказано прапором закодованого блока (CBF), який визначений як:

Прапор закодованого блока: `coded_block_flag` є одинітовим символом, який вказує, чи є значущі, тобто, ненульові, коефіцієнти в єдиному блоці коефіцієнтів перетворення, для якого шаблон закодованого блока вказує ненульові записи. Якщо `coded_block_flag` є нулем, ніяка додаткова інформація не передається для зв'язаного блока.

Якщо є значущі коефіцієнти в блоці, відображення значущості кодується наступним порядком сканування коефіцієнтів перетворення в блоці таким чином:

Сканування коефіцієнтів перетворення: двомірні масиви рівнів коефіцієнтів перетворення суб-блоків, для яких `coded_block_flag` вказує ненульові записи, спочатку відображаються в одновірний список, використовуючи заданий шаблон сканування. Іншими словами, суб-блоки зі значущими коефіцієнтами скануються відповідно до шаблону сканування.

При заданому шаблоні сканування відображення значущості сканується таким чином:

Відображення значущості: Якщо `coded_block_flag` вказує, що блок має значущі коефіцієнти, кодується відображення значущості з двійковими значеннями. Для кожного коефіцієнта перетворення в порядку сканування передається одинітовий символ `significant_coeff_flag`. Якщо символ `significant_coeff_flag` рівний одиниці, тобто, якщо ненульовий коефіцієнт існує в цій позиції сканування, посиляється додатковий одинітовий `last_significant_coeff_flag`. Цей символ вказує, чи є поточний значущий коефіцієнт останнім в блоці, або чи слідують додаткові значущі коефіцієнти. Якщо досягнута остання позиція сканування, і кодування відображення значущості не було ще закінчене за допомогою `last_significant_coeff_flag` зі значенням одиниця, очевидно, що останній коефіцієнт повинен бути значущим.

Останні пропозиції для HEVC видалили `last_significant_coeff_flag`. У цих пропозиціях перед посиленням відображення значущості посиляється індикація позиції X та Y останнього значущого коефіцієнта.

У цей час в HEVC запропоновано, щоб три шаблони сканування використовувалися для відображення значущості: діагональний, вертикальний і горизонтальний. ФІГ. 2 показує приклад зигзагоподібного сканування 17, вертикального сканування 19, горизонтального сканування 21 і діагонального сканування 15. Як показано на ФІГ. 2, кожне з цих сканувань здійснюється в

прямому напрямку, тобто, від коефіцієнтів перетворення більш низької частоти у верхньому лівому кутку блока перетворення до коефіцієнтів перетворення більш високої частоти в правому нижньому кутку блока перетворення. Після кодування відображення значущості кодується інформація про рівень, що залишилася, (контейнери 1-N, де N є загальною кількістю контейнерів) для кожного значущого коефіцієнта перетворення (тобто, значення коефіцієнта).

У процесі CABAC, раніше визначеному в стандарті H.264, після обробки суб-блоків 4x4 кожний з рівнів коефіцієнтів перетворення перетворюється в двійкову форму, наприклад, відповідно до унарного коду, щоб сформувати послідовність контейнерів. У H.264 модель контексту CABAC, встановлена для кожного суб-блока, складається з моделей контексту два на п'ять з п'ятьма моделями як для першого контейнера, так і для всіх контейнерів, що залишилися, (аж до і включаючи 14-ий контейнер) елемента синтаксису coeff_abs_level_minus_one, який кодує абсолютне значення коефіцієнта перетворення. Зокрема, в одній запропонованій версії HEVC контейнери, що залишилися, включають в себе тільки контейнер 1 і контейнер 2. Залишок від рівнів коефіцієнтів кодується кодуванням Голомба-Райса та експонентними кодами Голомба.

У HEVC вибір моделей контексту може бути виконаний так, як в оригінальному процесі CABAC, запропонованому для стандарту H.264. Однак різні набори моделей контексту можуть бути вибрані для різних суб-блоків. Зокрема, вибір моделі контексту, встановленої для даного суб-блока, залежить від деякої статистичної інформації про раніше закодовані суб-блоки.

ФІГ. 3 показує порядок сканування, що дотримується однієї запропонованої версії процесу HEVC, щоб закодувати рівні коефіцієнтів перетворення (абсолютне значення рівня і знак рівня) в блоці 25 перетворення. Повинне бути зазначено, що є прямий зигзагоподібний шаблон 27 для сканування суб-блоків 4x4 більшого блока і обернений зигзагоподібний шаблон 23 для сканування рівнів коефіцієнтів перетворення в кожному суб-блоці. Іншими словами, послідовність з суб-блоків 4x4 сканується в прямому зигзагоподібному шаблоні таким чином, щоб суб-блоки сканувалися в послідовності. Потім в кожному суб-блоці обернене зигзагоподібне сканування виконується для сканування рівнів коефіцієнтів перетворення в суб-блоці. Отже, коефіцієнти перетворення в двомірному масиві, сформованому блоком перетворення, перетворюються в послідовну форму в одномірний масив таким чином, щоб за коефіцієнтами, які обернено скануються в даному суб-блоці, потім слідували коефіцієнти, які обернено скануються в подальшому суб-блоці.

В одному прикладі CABAC-кодування коефіцієнтів, сканованих відповідно до підходу сканування суб-блока, показаного на ФІГ. 3, може використовувати 60 контекстів, тобто, 6 наборів з 10 контекстів, розподілених, як описано нижче. Для блока 4x4 може бути використане 10 моделей контексту (5 моделей для контейнера 1 та 5 моделей для контейнерів 2-14), як показано в Таблиці 1:

Таблиця 1

Контексти для контейнера 1 і контейнерів 2 - 14 рівнів коефіцієнтів суб-блока

Контейнер 1 моделі		Контейнер 2-14 моделі (контейнери, що залишилися,)	
0	Закодований коефіцієнт більше, ніж 1	0	Первинні або 0 коефіцієнтів більших, ніж одиниця
1	Первинний - немає хвостових одиниць в суб-блоці	1	1 коефіцієнт більший, ніж одиниця
2	1 хвостова одиниця в суб-блоці	2	2 коефіцієнти більших, ніж одиниця
		3	3 коефіцієнти більший, ніж одиниця
3	2 хвостові одиниці в суб-блоці	4	4 або більше коефіцієнтів більших, ніж одиниця
	3 або більше хвостових одиниць в суб-блоці		
4			

Для Таблиці 1 одна з моделей 0-4 контексту в наборі контекстів використовується для контейнера 1, якщо, відповідно, в цей час закодований коефіцієнт, який сканується в суб-блоці, закодований після того, як коефіцієнт більше, ніж 1, був закодований в суб-блоці, цей закодований в цей час коефіцієнт є первинним коефіцієнтом, сканованим в суб-блоці, або немає ніяких хвостових одиниць (ніяких раніше закодованих коефіцієнтів) в суб-блоці, є одна

хвостова одиниця в суб-блоці (тобто, одиниця була закодована, але ніякі коефіцієнти більші, ніж одиниця, не були закодовані), є дві хвостових одиниці в суб-блоці, або в суб-блоці є три або більше хвостових одиниць. Для кожного з контейнерів 2-14 (хоча в цей час запропонована версія HEVC кодує тільки контейнер 2, використовуючи CABAC, з подальшими контейнерами рівня коефіцієнтів, що кодуються експонентним кодом Голомба), одна з моделей 0-4 контексту може бути використана, відповідно, якщо коефіцієнт є первинним коефіцієнтом, сканованим в суб-блоці, або є нульові раніше закодовані коефіцієнти, більші, ніж одиниця, є один раніше закодований коефіцієнт більший, ніж одиниця, є два раніше закодованих коефіцієнта більші, ніж одиниця, є три раніше закодованих коефіцієнта більші, ніж одиниця, або є чотири раніше закодованих коефіцієнта більші, ніж одиниця.

Існують 6 різних наборів цих 10 моделей, залежно від кількості коефіцієнтів, більших, ніж 1, в раніше закодованому суб-блоці 4x4 в прямому скануванні суб-блоків:

Таблиця 2

Контексти для контейнера 1 і контейнерів 2-14

Набір контекстів	
0	Тільки для розміру блока 4x4
1	0-3 коефіцієнтів, більших, ніж 1, в попередньому суб-блоці
2	4-7 більших, ніж 1, в попередньому суб-блоці
3	8-11 більших, ніж 1, в попередньому суб-блоці
4	12-15 більших, ніж 1, в попередньому суб-блоці
5	Перший суб-блок 4x4
	16 більших, ніж 1, в попередньому суб-блоці

Для Таблиці 2 набори 0-5 моделей контексту використовуються для заданого суб-блока, якщо, відповідно, розмір суб-блока становить 4x4, є 0-3 коефіцієнтів більше, ніж 1, в раніше закодованому суб-блоці, є 4-7 коефіцієнтів більших, ніж 1, в раніше закодованому суб-блоці, є 8-11 коефіцієнтів більших, ніж 1, в раніше закодованому суб-блоці, є 12-15 коефіцієнтів більших, ніж 1, в раніше закодованому суб-блоці, або даний суб-блок є першим суб-блоком 4x4 (верхній лівий суб-блок), або є 16 коефіцієнтів більших, ніж 1, в раніше закодованому суб-блоці.

Вищеописаний процес кодування для H.264 і процес, в цей час запропонований для HEVC, мають декілька недоліків. Як показано на ФІГ. 3, один недолік полягає в тому, що сканування рівнів коефіцієнтів здійснюється вперед для сканування суб-блоків (тобто, починаючи з верхнього лівого суб-блока), а потім обернено для сканування рівнів коефіцієнтів в кожному суб-блоці (тобто, починаючи з нижнього правого коефіцієнта в кожному суб-блоці). Цей підхід має на увазі рух назад і вперед в межах блока, що може зробити вибірку даних більш складною.

Інший недолік зумовлений тим фактом, що порядок сканування рівня коефіцієнтів відрізняється від порядку сканування відображення значущості. У HEVC є три різних запропонованих порядки сканування для відображення значущості: прямий діагональний, прямий горизонтальний і прямий вертикальний, як показано на ФІГ. 2. Всі сканування значущих коефіцієнтів відрізняються від сканування рівнів коефіцієнтів, в цей час запропонованих для HEVC, оскільки сканування рівня здійснюється в оберненому напрямку. Оскільки напрямок і шаблон сканування рівня коефіцієнтів не співпадають з напрямком і шаблоном сканування значущості, повинне бути перевірено більше рівнів коефіцієнтів. Наприклад, припустимо, що горизонтальне сканування використовується для відображення значущості, і останній коефіцієнт значущості знайдений в кінці першого рядка коефіцієнтів. Сканування рівня коефіцієнтів у HEVC буде вимагати діагонального сканування через множинні рядки для сканування рівня, коли тільки перший рядок фактично містить рівні коефіцієнтів, відмінні від 0. Такий процес сканування може ввести небажану неефективність.

У поточній пропозиції за HEVC сканування відображення значущості здійснюється вперед в блоці від коефіцієнта DC, знайденого в лівому верхньому кутку блока, до коефіцієнта найвищої частоти, звичайно знайденого в правому нижньому кутку блока, в той час як сканування рівнів коефіцієнтів є в оберненому напрямку в кожному суб-блоці 4x4. Це також може привести до більш складної і більш неефективної вибірки даних.

Інший недолік для поточних пропозицій HEVC зумовлений наборами контекстів. Набір контекстів (див. Таблицю 2 вище) для CABAC відрізняється для розміру блока 4x4, ніж для інших розмірів блока. Відповідно до цього розкриття, було б бажано узгодити (гармонізувати)

контексти для всіх розмірів блока таким чином, щоб менше пам'яті було виділено на зберігання різних наборів контекстів.

Крім того, як описано більш детально нижче, в цей час запропоновані контексти CABAC для відображення значущості для HEVC дійсні тільки, якщо порядок сканування є прямим (вперед).

5 Також, це може не враховувати обернені сканування відображення значущості.

Крім того, контексти, описані вище для кодування рівня квантованого коефіцієнта, намагаються використовувати локальну кореляцію рівнів коефіцієнтів. Ці контексти залежать від кореляції серед суб-блоків 4x4 (див. набір контекстів у Таблиці 2) і кореляції в кожному суб-блоці (див. моделі контексту в Таблиці 1). Недолік цих контекстів полягає в тому, що залежність 10 може бути дуже віддаленою (тобто, є низька залежність між коефіцієнтами, які відділені один від одного декількома іншими коефіцієнтами, від одного суб-блока до іншого). Крім того, в кожному суб-блоці залежність може бути слабкою.

Дане розкриття пропонує декілька різних особливостей, які можуть зменшити або усунути деякі з недоліків, описаних вище. У деяких прикладах ці особливості можуть забезпечити більш 15 ефективний та узгоджений порядок сканування коефіцієнтів перетворення при кодуванні відео. В інших прикладах даного розкриття ці особливості забезпечують більш ефективний набір контекстів, які повинні бути використані в основаному на CABAC статистичному кодуванні коефіцієнтів перетворення, сумісним із запропонованим порядком сканування. Повинне бути зазначено, що всі способи, описані в даному розкритті, можуть бути використані незалежно або 20 можуть бути використані разом в будь-якій комбінації.

ФІГ. 4 є блок-схемою, що ілюструє зразкову систему 10 кодування і декодування відео, яка може бути сконфігурована для використання способів для кодування коефіцієнтів перетворення відповідно до прикладів даного розкриття. Як показано на ФІГ. 4, система 10 включає в себе пристрій-джерело 12, яке передає закодоване відео на пристрій 14 призначення 25 за допомогою каналу 16 зв'язку. Закодоване відео може бути також збережене на запам'ятовуючому носії 34 або файловому сервері 36 і може бути доступне за допомогою пристрою 14 призначення, якщо необхідно. Пристрій-джерело 12 і пристрій 14 призначення можуть містити будь-яку велику різноманітність пристроїв, що включають в себе настільні комп'ютери, портативні комп'ютери (тобто, ноутбук), планшетні комп'ютери, телевізійні 30 приставки, телефонні трубки, такі як так звані смартфони, телевізори, камери, пристрої відображення, цифрові медіа плеєри, консолі для відео ігор тощо. В багатьох випадках такі пристрої можуть бути обладнані для бездротового зв'язку. Отже, канал 16 зв'язку може містити бездротовий канал, дротовий канал або комбінацію бездротових і дротових каналів, підходящих для передачі закодованих відео даних. Аналогічно, файловий сервер 36 може бути 35 доступний за допомогою пристрою 14 призначення через будь-яке стандартне з'єднання передачі даних, що включає в себе Інтернет-з'єднання. Воно може включати в себе бездротовий канал (наприклад, з'єднання Wi-Fi), дротове з'єднання (наприклад, DSL, кабельний модем тощо) або їх комбінацію, яка підходить для того, щоб одержати доступ до закодованих відео даних, збережених на файловому сервері.

40 Способи для кодування коефіцієнтів перетворення відповідно до прикладів даного розкриття можуть застосовуватися до кодування відео в підтримку будь-якого з множини мультимедійних додатків, таких як телевізійні мовлення по повітрю, передачі кабельного телебачення, передачі супутникового телебачення, поточні відео передачі, наприклад, за допомогою Інтернету, кодування цифрового відео для зберігання на запам'ятовуючому носії 45 даних, декодування цифрового відео, збереженого на запам'ятовуючому носії даних або інших додатків. У деяких прикладах система 10 може бути сконфігурована для підтримки односторонньої або двосторонньої передачі відео, щоб підтримати додатки, такі як потокова передача відео, відтворення відео, мовлення відео і/або відео телефонія.

У прикладі згідно з ФІГ. 4 пристрій-джерело 12 включає в себе джерело 18 відео, кодер 20 відео, модулятор/демодулятор 22 і передавач 24. У пристрої-джерелі 12 джерело 18 відео може включати в себе джерело, таке як пристрій захоплення відео, наприклад, відеокамеру, відео архів, що містить раніше захоплене відео, інтерфейс подачі відео для прийому відео від постачальника відео контенту, і/або систему комп'ютерної графіки для генерування даних комп'ютерної графіки як вихідного відео, або комбінацію таких джерел. Як один приклад, якщо 55 джерелом 18 відео є відеокамера, пристрій-джерело 12 і пристрій 14 призначення можуть формувати так звані камерофони або відеотелефони. Однак способи, описані в даному розкритті, можуть застосовуватися до кодування відео в цілому і можуть застосовуватися до бездротових і/або дротових додатків.

Захоплене, заздалегідь захоплене або згенероване комп'ютером відео може бути 60 закодоване кодером 20 відео. Закодована інформація відео може бути модульована модемом

22 відповідно до стандарту зв'язку, такого як протокол бездротового зв'язку, і передаватися на пристрій 14 призначення за допомогою передавача 24. Модем 22 може включати в себе різні змішувачі, фільтри, підсилювачі або інші компоненти, сконструйовані для модуляції сигналу. Передавач 24 може включати в себе схеми, сконструйовані для передачі даних, що включають

5 в себе підсилювачі, фільтри і одну або більше антен.

Захоплене, заздалегідь захоплене або згенероване комп'ютером відео, яке кодується кодером 20 відео, може також бути збережене на запам'ятовуючому носії 34 або файловому сервері 36 для більш пізнього використання. Запам'ятовуючий носій 34 може включати в себе диски Blu-ray, диски DVD, диски CD-ROM, флеш-пам'ять або будь-які інші підходящі цифрові

10 запам'ятовуючі носії для зберігання закодованого відео. Закодоване відео, збережене на запам'ятовуючому носії 34, потім може бути доступне за допомогою пристрою 14 призначення для декодування і відтворення.

Файловий сервер 36 може бути будь-яким типом сервера, здатного зберігати закодоване відео і передавати це закодоване відео на пристрій 14 призначення. Зразкові файлові сервери включають в себе web-сервер (наприклад, для web-сайта), сервер FTP, мережні пристрої зберігання даних (NAS), локальний дисковий накопичувач або будь-який інший тип пристрою, здатного зберігати закодоване відео дані і передавати їх на приймальний пристрій. Передача закодованого відео даних від файлового сервера 36 може бути потоковою передачею, передачею завантаження або їх комбінацією. Файловий сервер 36 може бути доступний за

20 допомогою пристрою 14 призначення через будь-яке стандартне з'єднання передачі даних, що включає в себе Інтернет-з'єднання. Воно може включати в себе бездротовий канал (наприклад, з'єднання Wi-Fi), дротове з'єднання (наприклад, DSL, кабельний модем, Ethernet, USB тощо) або їх комбінацію, яка підходить для того, щоб одержати доступ до закодованих відео даних, збережених на файловому сервері.

Пристрій 14 призначення в прикладі на ФІГ. 4 включає в себе приймач 26, модем 28, декодер 30 відео та пристрій 32 відображення. Приймач 26 пристрою 14 призначення приймає інформацію по каналу 16, і модем 28 демодулює інформацію, щоб сформувати демодульований бітовий потік для декодера 30 відео. Інформація, передана по каналу 16, може включати в себе різну інформацію синтаксису, згенеровану кодером 20 відео, для

30 використання за допомогою декодера 30 відео при декодуванні відео даних. Такий синтаксис може бути також включений із закодованими відео даними, збереженими на запам'ятовуючому носії 34 або файловому сервері 36. Кожний з кодера 20 відео і декодера 30 відео можуть бути частиною відповідного кодера (CODEC), який здатний кодувати або декодувати відео дані.

Пристрій 32 відображення може бути об'єднаний з, або бути зовнішнім по відношенню до, пристроєм 14 призначення. У деяких прикладах пристрій 14 призначення може включати в себе інтегрований пристрій відображення і також бути сконфігурований для того, щоб взаємодіяти із зовнішнім пристроєм відображення. В інших прикладах пристрій 14 призначення може бути пристроєм відображення. В цілому, пристрій 32 відображення відображає декодовані відео дані користувачу і може містити будь-який з множини пристроїв відображення, таких як

40 рідкокристалічний дисплей (LCD), плазмовий дисплей, дисплей на органічних світлодіодах (OLED) або інший тип пристрою відображення.

У прикладі на ФІГ. 4 канал 16 зв'язку може містити будь-який бездротовий або дротовий комунікаційний носій, такий як радіочастотний (RF) (РЧ) спектр або одна або більше фізичних ліній передачі, або будь-яку комбінацію бездротових і дротових носіїв. Канал 16 зв'язку може

45 бути частиною основаної на пакетній передачі мережі, такої як локальна мережа, широкомасштабна мережа або глобальна мережа, така як Інтернет. Канал 16 зв'язку в цілому представляє будь-який підходящий комунікаційний носій або колекцію різних комунікаційних носіїв для передачі даних відео від пристрою-джерела 12 на пристрій 14 призначення, включаючи будь-яку підходящу комбінацію дротових або бездротових носіїв. Канал 16 зв'язку

50 може включати в себе маршрутизатори, комутатори, базові станції або будь-яке інше обладнання, яке може бути корисним, щоб полегшити передачу даних від пристрою-джерела 12 на пристрій 14 призначення.

Кодер 20 відео і декодер 30 відео можуть працювати відповідно до стандарту стиснення відео, такого як стандарт високоефективного кодування відео (HEVC), що розробляється в цей час, і можуть відповідати тестовій моделі HEVC (HM). Альтернативно, кодер 20 відео і декодер 30 відео можуть працювати відповідно до інших складаючих власність або промислових стандартів, таких як стандарт ITU-T H.264, який альтернативно називається MPEG-4, Частина 10, вдосконалене кодування відео (AVC), або розширень таких стандартів. Способи даного розкриття, однак, не обмежуються ніяким особливим стандартом кодування. Інші приклади

60 включають в себе MPEG-2 та ITU-T H.263.

Хоча не показано на ФІГ. 4, в деяких аспектах кодер 20 відео і декодер 30 відео можуть бути об'єднані з кодером і декодером аудіо, і можуть включати в себе відповідні блоки MUX-DEMUX або інше апаратне і програмне забезпечення, щоб виконувати кодування як аудіо, так і відео в загальному потоці даних або окремих потоках даних. Якщо застосовно, в деяких прикладах блоки MUX-DEMUX можуть відповідати протоколу мультимплексора ITU H.223 або іншим протоколам, таким як протокол користувацьких дейтаграм (UDP).

Кодер 20 відео і декодер 30 відео можуть бути реалізовані як будь-яка з множини підходящих схем кодера, наприклад, один або більше мікропроцесорів, цифрові сигнальні процесори (процесори DSP), спеціалізовані інтегральні схеми (схеми ASIC), програмовані користувачем вентиляльні матриці (матриці FPGA), дискретна логіка, програмне забезпечення, апаратне забезпечення, програмно-апаратне забезпечення або будь-які їх комбінації. Коли способи реалізовані частково в програмному забезпеченні, пристрій може зберегти команди для програмного забезпечення у підходящому нечасовому зчитуваному комп'ютером носії і виконувати команди в апаратному забезпеченні, використовуючи один або більше процесорів для виконання способів даного розкриття. Кожний з кодера 20 відео і декодера 30 відео можуть бути включені в один або більше кодерів або декодерів, будь-який з яких може бути інтегрований як частина об'єданого кодера/декодера (CODEC) у відповідному пристрої.

Кодер 20 відео може реалізувати будь-який або всі зі способів даного розкриття, щоб поліпшити кодування коефіцієнтів перетворення в процесі кодування відео. Аналогічно, декодер 30 відео може реалізувати будь-який або всі з цих способів, щоб поліпшити декодування коефіцієнтів перетворення в процесі кодування відео. Відео кодер, як описано в даному розкритті, може відноситися до кодера відео або декодера відео. Аналогічно, блок кодування відео може відноситися до кодера відео або декодера відео. Аналогічно, кодування відео може відноситися до кодування відео або декодування відео.

В одному прикладі розкриття кодер відео (такий, як кодер 20 відео або декодер 30 відео) може бути сконфігурований для кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими даними відео в процесі кодування відео. Кодер відео може бути сконфігурований для кодування інформації, що вказує значущі коефіцієнти для множини коефіцієнтів перетворення відповідно до порядку сканування, і кодування інформації, що вказує рівні множини коефіцієнтів перетворення відповідно до порядку сканування.

В іншому прикладі розкриття кодер відео (такий, як кодер 20 відео або декодер 30 відео) може бути сконфігурований для кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими відео даними в процесі кодування відео. Кодер відео може бути сконфігурований для кодування інформації, що вказує значущі коефіцієнти перетворення в блоці коефіцієнтів перетворення, зі скануванням, що здійснюється в оберненому напрямку сканування від коефіцієнтів більш високої частоти в блоці коефіцієнтів перетворення, до коефіцієнтів більш низької частоти в блоці коефіцієнтів перетворення.

В іншому прикладі розкриття кодер відео (такий, як кодер 20 відео або декодер 30 відео) може бути сконфігурований для кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими даними відео в процесі кодування відео. Кодер відео може бути сконфігурований для компонування блока коефіцієнтів перетворення в один або більше піднаборів коефіцієнтів перетворення на основі порядку сканування, кодування першої частини рівнів коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі, причому перша частина рівнів включає в себе щонайменше значущість коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі, і кодування другої частини рівнів коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі.

В іншому прикладі розкриття кодер відео (такий, як кодер 20 відео або декодер 30 відео) може бути сконфігурований для кодування інформації, що вказує значущі коефіцієнти для множини коефіцієнтів перетворення відповідно до порядку сканування, розділення закодованої інформації на щонайменше першу ділянку і другу ділянку, статистичного кодування закодованої інформації в першій ділянці відповідно до першого набору контекстів, використовуючи критерії виведення контексту, і статистичного кодування закодованої інформації у другій ділянці відповідно до другого набору контекстів, використовуючи ті самі критерії виведення контексту, що і в першій ділянці.

ФІГ. 5 є блок-схемою, що ілюструє приклад кодера 20 відео, який може використовувати способи для кодування коефіцієнтів перетворення, як описано в даному розкритті. Кодер 20 відео буде описаний в контексті кодування HEVC з метою ілюстрації, а не обмеження, даного розкриття відносно інших стандартів або способів кодування, які можуть вимагати сканування коефіцієнтів перетворення. Кодер 20 відео може виконувати внутрішнє (інтра-) і зовнішнє (інтер-) кодування блоків CU у відео кадрах. Внутрішнє кодування ґрунтується на просторовому прогнозуванні, щоб зменшити або видалити просторову надмірність у відео в заданому кадрі

відео. Зовнішнє кодування ґрунтується на часовому прогнозуванні, щоб зменшити або видалити часову надмірність між поточним кадром і раніше закодованими кадрами відео послідовності. Внутрішній режим (I-режим) може відноситися до будь-якого з декількох режимів, оснований на просторовому стисненні відео. Зовнішні режими, такі як однонаправлене прогнозування (P-режим) або двонаправлене прогнозування (B-режим), можуть відноситися до будь-якого з декількох режимів, оснований на часовому стисненні відео.

Як показано на ФІГ. 5, кодер 20 відео приймає поточний блок відео в кадрі відео, який повинен бути закодований. У прикладі згідно з ФІГ. 5 кодер 20 відео включає в себе модуль 44 компенсації руху, модуль 42 оцінки руху, модуль 46 внутрішнього прогнозування, буфер 64 опорних кадрів, суматор 50, модуль 52 перетворення, модуль 54 квантування і модуль 56 статистичного кодування. Модуль 52 перетворення, ілюстрований на ФІГ. 5, є модулем, який застосовує фактичне перетворення до блока залишкових даних, і не повинен бути переплутаний з блоком коефіцієнтів перетворення, який також може називатися блоком перетворення (TU) CU. Для відновлення блока відео кодер 20 відео також включає в себе модуль 58 оберненого квантування, модуль 60 оберненого перетворення і суматор 62. Фільтр видалення блочності (не показаний на ФІГ. 5) також може бути включений, щоб фільтрувати межі блока для видалення артефактів блочності з відновленого відео. За бажанням фільтр видалення блочності звичайно буде фільтрувати вихідний сигнал суматора 62.

Під час процесу кодування кодер 20 відео приймає кадр або вирізку відео, які повинні бути закодовані. Кадр або вирізка можуть бути розділені на множинні блоки відео, наприклад, найбільші блоки кодування (блоки LCU). Модуль 42 оцінки руху і модуль 44 компенсації руху виконують кодування із зовнішнім прогнозуванням прийнятого блока відео відносно одного або більше блоків в одному або більше опорних кадрах, щоб забезпечити часове стиснення. Модуль 46 внутрішнього прогнозування може виконати кодування з внутрішнім прогнозуванням прийнятого блока відео відносно одного або більше сусідніх блоків в одних і тих самих кадрах або вирізці як блока, який повинен бути закодований, щоб забезпечити просторове стиснення.

Модуль 40 вибору режиму може вибрати один з режимів кодування, внутрішній або зовнішній, наприклад, на основі результатів помилки (тобто, спотворення) для кожного режиму, і видати одержаний в результаті внутрішньо - або ззовні кодований блок до суматора 50 для генерування залишкових даних блока і суматора 62 для відновлення закодованого блока, щоб використовувати в опорному кадрі. Деякі кадри відео можуть бути позначені як I-кадри, де всі блоки в I-кадрі закодовані в режимі внутрішнього прогнозування. У деяких випадках модуль 46 внутрішнього прогнозування може виконувати кодування з внутрішнім прогнозуванням блока в P- або B-кадрі, наприклад, коли пошук руху, виконаний модулем 42 оцінки руху, не приводить до достатнього прогнозування блока.

Модуль 42 оцінки руху і модуль 44 компенсації руху можуть бути високо інтегровані, але ілюструються окремо в концептуальних цілях. Оцінка руху є процесом генерування векторів руху, які оцінюють рух для блоків відео. Вектор руху, наприклад, може вказати зміщення блока прогнозування в поточному кадрі відносно опорної вибірки опорного кадру. Опорна вибірка може бути блоком, який, як вважається, точно відповідає частині CU, що включає в себе PU, що кодується в термінах піксельної різниці, яка може бути визначена сумою абсолютної різниці (SAD), сумою квадратичної різниці (SSD) або іншими метриками різниці. Компенсація руху, виконана модулем 44 компенсації руху, може включати вибірку або генерування значень для блока прогнозування на основі вектора руху, визначеного за допомогою оцінки руху. Знову, модуль 42 оцінки руху і модуль 44 компенсації руху можуть бути функціонально об'єднані в деяких прикладах.

Модуль 42 оцінки руху обчислює вектор руху для блока прогнозування ззовні кодованого кадру за допомогою порівняння блока прогнозування з опорними вибірками опорного кадру, збереженого в буфері 64 опорних кадрів. У деяких прикладах кодер 20 відео може обчислювати значення для суб-цілочисельних піксельних позицій опорних кадрів, збережених в буфері 64 опорних кадрів. Наприклад, кодер 20 відео може обчислювати значення одноквартельних піксельних позицій, однієї восьмої від піксельних позицій або інших фракційних піксельних позицій опорного кадру. Тому, модуль 42 оцінки руху може виконувати пошук руху відносно повних піксельних позицій і фракційних піксельних позицій і сформулювати вектор руху з фракційною піксельною точністю. Модуль 42 оцінки руху посиляє обчислений вектор руху на модуль 56 статистичного кодування і модуль 44 компенсації руху. Частина опорного кадру, ідентифікована вектором руху, може називатися опорною вибіркою. Модуль 44 компенсації руху може обчислювати значення прогнозування для блока прогнозування поточного CU, наприклад, за допомогою витягання опорної вибірки, ідентифікованої вектором руху для PU.

Модуль 46 внутрішнього прогнозування може кодувати з внутрішнім прогнозуванням прийнятий блок, як альтернативу зовнішньому прогнозування, що виконується модулем 42 оцінки руху і модулем 44 компенсації руху. Модуль 46 внутрішнього прогнозування може кодувати прийнятий блок відносно сусідніх раніше закодованих блоків, наприклад, блоків вище, вище і вправо, вище і зліва або зліва від поточного блока, приймаючи порядок кодування зліва направо, знизу вгору для блоків. Модуль 46 внутрішнього прогнозування може бути сконфігурований з множиною різних режимів внутрішнього прогнозування. Наприклад, модуль 46 внутрішнього прогнозування може бути сконфігурований з деякою кількістю направлених режимів прогнозування, наприклад, 33 направленими режимами прогнозування, на основі розміру CU, що кодується.

Модуль 46 внутрішнього прогнозування може вибрати режим внутрішнього прогнозування, наприклад, за допомогою обчислення значення помилки для різних режимів внутрішнього прогнозування і вибору режиму, який забезпечує найнижче значення помилки. Направлені режими прогнозування можуть включати в себе функції для комбінування значень просторово сусідніх пікселів і застосування комбінованих значень до однієї або більше піксельних позицій в PU. Як тільки значення для всіх піксельних позицій в PU будуть обчислені, модуль 46 внутрішнього прогнозування може обчислювати значення помилки для режиму прогнозування на основі піксельних різниць між PU і прийнятим блоком, який повинен бути закодований. Модуль 46 внутрішнього прогнозування може продовжити перевіряти режими внутрішнього прогнозування доти, доки не буде виявлений режим внутрішнього прогнозування, який забезпечує прийнятне значення помилки. Модуль 46 внутрішнього прогнозування може потім послати PU в суматор 50.

Кодер 20 відео формує залишковий блок за допомогою віднімання даних прогнозування, обчислених модулем 44 компенсації руху або модулем 46 внутрішнього прогнозування, із закодованого оригінального блока відео. Суматор 50 представляє компонент або компоненти, які виконують цю операцію віднімання. Залишковий блок може відповідати двовірній матриці значень піксельної різниці, де кількість значень в залишковому блоці є тією самою, що і кількість пікселів у PU, що відповідає залишковому блоку. Значення в залишковому блоці можуть відповідати різницям, тобто, помилці, між значеннями спільно розташованих пікселів у PU і в оригінальному блоці, який повинен бути закодований. Різниці можуть бути різницями в кольоровості або яскравості залежно від типу блока, який кодується.

Модуль 52 перетворення може формувати один або більше блоків перетворення (блоків TU) із залишкового блока. Модуль 52 перетворення застосовує перетворення, таке як дискретне косинусне перетворення (DCT), направлене перетворення або концептуально аналогічне перетворення, до TU, формуючи блок відео, що містить коефіцієнти перетворення. Модуль 52 перетворення може послати коефіцієнти перетворення на модуль 54 квантування, що одержані в результаті. Модуль 54 квантування може потім квантувати коефіцієнти перетворення. Модуль 56 статистичного кодування може потім виконати сканування квантованих коефіцієнтів перетворення в матриці відповідно до заданого порядку сканування. Дане розкриття описує модуль 56 статистичного кодування як такий, що виконує сканування. Однак, повинне бути зрозуміло, що в інших прикладах інші блоки обробки, такі як модуль 54 квантування, можуть виконувати сканування.

Як згадано вище, сканування коефіцієнтів перетворення може включати в себе два сканування. Одне сканування ідентифікує, які з коефіцієнтів є значущими (тобто, ненульовими), щоб сформувати відображення значущості, і інше сканування кодує рівні коефіцієнтів перетворення. В одному прикладі дане розкриття пропонує, щоб порядок сканування, що використовується для кодування рівнів коефіцієнтів у блоці, був таким самим, що і порядок сканування для кодування значущих коефіцієнтів у відображенні значущості для цього блока. У HEVC блок може бути блоком перетворення. Термін «порядок сканування», що використовується в даному описі, може відноситися до будь-якого напрямку сканування і/або шаблону сканування. Як такі, сканування для відображення значущості і рівнів коефіцієнтів можуть бути одними і тими самими в шаблоні сканування і/або напрямку сканування. Таким чином, як один приклад, якщо порядок сканування, що використовується для формування відображення значущості, є шаблоном горизонтального сканування в прямому напрямку, то порядок сканування для рівнів коефіцієнтів також повинен бути шаблоном горизонтального сканування в прямому напрямку. Аналогічно, як інший приклад, якщо порядок сканування для відображення значущості є шаблоном вертикального сканування в оберненому напрямку, то порядок сканування для рівнів коефіцієнтів також повинен бути шаблоном вертикального сканування в оберненому напрямку. Те саме можна застосовувати для діагонального, зигзагоподібного або інших шаблонів сканування.

ФІГ. 6 показує приклади обернених порядків сканування для блока коефіцієнтів перетворення, тобто, блока перетворення. Блок перетворення може бути сформований, використовуючи перетворення, таке як, наприклад, дискретне косинусне перетворення (DCT). Повинне бути зазначено, що кожний із оберненого діагонального шаблону 9, оберненого зигзагоподібного шаблону 29, оберненого вертикального шаблону 31 та оберненого горизонтального шаблону 33 здійснюється від коефіцієнтів більш високої частоти в правому нижньому кутку блока перетворення до коефіцієнтів більш низької частоти в лівому верхньому кутку блока перетворення. Отже, один аспект розкриття представляє уніфікований порядок сканування для кодування відображення значущості та кодування рівнів коефіцієнтів. Запропонований спосіб застосовує порядок сканування, що використовується для відображення значущості, до порядку сканування, що використовується для кодування рівня коефіцієнтів. В цілому, горизонтальний, вертикальний і діагональний шаблони сканування були показані, щоб ефективно працювати, таким чином, зменшуючи потребу в додаткових шаблонах сканування. Однак, загальні способи даного розкриття застосовуються для використання з будь-яким шаблоном сканування.

Відповідно до іншого аспекту, дане розкриття пропонує, щоб сканування значущості було виконане як обернене сканування, від останнього значущого коефіцієнта в блоці перетворення до першого коефіцієнта (тобто, коефіцієнта DC) в блоці перетворення. Приклади обернених порядків сканування показані на ФІГ. 6. Зокрема, сканування значущості здійснюється від останнього значущого коефіцієнта в позиції більш високої частоти до значущих коефіцієнтів у позиціях більш низької частоти, і зрештою, до позиції коефіцієнта DC.

Щоб полегшити обернене сканування, можуть бути використані способи для ідентифікації останнього значущого коефіцієнта. Процес для ідентифікації останнього значущого коефіцієнта описаний в J. Sole, R. Joshi, I-S. Chong, M. Coban, M. Karczewicz, «Parallel Context Processing for the significance map in high coding efficiency» JCTVC-D262, 4th Meeting JCT-VC, Tery, KR, January 2011, і в американській попередній заявці на патент № 61/419,740, поданій 3 грудня 2010, в Joel Sole Rojals і інш., названій «Encoding of the position of the last significant transform coefficient in video coding». Як тільки ідентифікований останній значущий коефіцієнт в блоці, потім може бути застосований обернений порядок сканування як для відображення значущості, так і для рівня коефіцієнтів.

Дане розкриття також пропонує, щоб сканування значущості та сканування рівня коефіцієнтів не були оберненими і прямими, відповідно, але, замість цього, мали один і той самий напрямок сканування і, більш детально, тільки один напрямок в блоці. Зокрема, запропоновано, щоб сканування значущості та сканування рівня коефіцієнтів використовували обернений порядок сканування від останнього значущого коефіцієнта в блоці перетворення до першого коефіцієнта. Отже, сканування значущості здійснюється в оберненому напрямку (обернене сканування відносне сканування для HEVC, що пропонується в цей час) від останнього значущого коефіцієнта до першого коефіцієнта (коефіцієнта DC). Цей аспект розкриття представляє уніфікований однонаправлений порядок сканування для кодування відображення значущості та кодування рівнів коефіцієнтів. Зокрема, цей уніфікований однонаправлений порядок сканування може бути уніфікованим оберненим порядком сканування. Порядки сканування для сканувань значущості та рівня коефіцієнтів відповідно до уніфікованого шаблону оберненого сканування можуть бути оберненим діагональним, оберненим зигзагоподібним, оберненим горизонтальним або оберненим вертикальним, як показано на ФІГ. 6. Однак, може бути використаний будь-який шаблон сканування.

Замість того, щоб визначити набори коефіцієнтів у двовірних суб-блоках, як показано на ФІГ. 3, для мети виведення контексту CABAC, дане розкриття пропонує визначити набори коефіцієнтів як декілька коефіцієнтів, які послідовно скануються відповідно до порядку сканування. Зокрема, кожний набір коефіцієнтів може містити послідовні коефіцієнти в порядку сканування по всьому блоку. Будь-який розмір набору може бути розглянутий, хоча було виявлено, що розмір з 16 коефіцієнтів у наборі сканування працював ефективно. Розмір набору може бути фіксованим або адаптивним. Це визначення забезпечує набори, які повинні бути 2-D блоками (якщо використовується спосіб сканування суб-блока), прямокутниками (якщо використовуються горизонтальне або вертикальне сканування) або діагональними формами (якщо використовуються зигзагоподібне або діагональне сканування). Набори діагонально сформованих коефіцієнтів можуть бути частиною діагональної форми, послідовних діагональних форм або частин послідовних діагональних форм.

ФІГ. 7-9 показують приклади коефіцієнтів, скомпонованих в піднаборах з 16 коефіцієнтів, відповідно до конкретних порядків сканування поза компонуванням в фіксованих блоках 4x4. ФІГ. 7 зображає піднабір 51 з 16 коефіцієнтів, які складаються з перших 16 коефіцієнтів у

оберненому діагональному порядку сканування. Наступний піднабір в цьому прикладі буде просто складатися з наступних 16 послідовних коефіцієнтів вздовж оберненого діагонального порядку сканування. Аналогічно, ФІГ. 8 зображає піднабір 53 з 16 коефіцієнтів для перших 16 коефіцієнтів у оберненому горизонтальному порядку сканування. ФІГ. 9 зображає піднабір 55 з 16 коефіцієнтів для перших 16 коефіцієнтів у оберненому вертикальному порядку сканування.

Цей спосіб сумісний з порядком сканування рівнів коефіцієнтів, який є тим самим, що і порядок сканування для відображення значущості. У цьому випадку немає необхідності у відмінному (і іноді трудомісткому) порядку сканування рівнів коефіцієнтів, таких як показані на ФІГ. 3. Сканування рівнів коефіцієнтів може бути сформоване, подібно до сканування відображення значущості, в цей час запропонованого для HEVC, як пряме сканування, яке здійснюється від положення останнього значущого коефіцієнта в блоці перетворення до позиції коефіцієнта DC.

Як в цей час запропоновано в HEVC, для статистичного кодування, що використовує САВАС, коефіцієнти перетворення кодуються таким чином. По-перше, є один прохід (в порядку сканування відображення значущості) в повному блоці перетворення для кодування відображення значущості. Потім, є три проходи (в порядку сканування рівнів коефіцієнтів) для кодування контейнера 1 рівня (1-ий прохід), іншої частини рівня коефіцієнтів (2-ий прохід) і знаку рівня коефіцієнтів (3-ий прохід). Ці три проходи для кодування рівнів коефіцієнтів не робляться для повного блока перетворення. Замість цього кожний прохід виконується в суб-блоках 4x4, як показано на ФІГ. 3. Коли три проходи були закінчені в одному суб-блоці, наступний суб-блок обробляється за допомогою послідовного виконання тих самих трьох проходів кодування. Цей підхід полегшує паралелізацію кодування.

Як описано вище, дане розкриття пропонує сканування коефіцієнтів перетворення більш узгодженим чином так, щоб порядок сканування для рівнів коефіцієнтів був тим самим, що і порядок сканування значущих коефіцієнтів, щоб сформувати відображення значущості. Додатково запропоновано, щоб сканування рівня коефіцієнтів і значущих коефіцієнтів були виконані в оберненому напрямку, який здійснюється від останнього значущого коефіцієнта в блоці до першого коефіцієнта (компонента DC) в блоці. Це обернене сканування є протилежним скануванню, що використовується для значущих коефіцієнтів відповідно до HEVC, як запропоновано в цей час.

Як описано раніше з посиланнями на ФІГ. 7-9, дане розкриття додатково пропонує, щоб контексти для рівнів коефіцієнтів (включаючи відображення значущості) були розділені на піднабори. Таким чином, контекст визначений для кожного піднабору коефіцієнтів. Отже, в цьому прикладі один і той самий контекст не обов'язково використовується для всього сканування коефіцієнтів. Замість цього різні піднабори коефіцієнтів у блоці перетворення можуть мати різні контексти, які індивідуально визначені для кожного піднабору. Кожний піднабір може містити одномірний масив послідовно сканованих коефіцієнтів у порядку сканування. Тому, сканування рівня коефіцієнтів йде від останнього значущого коефіцієнта до першого коефіцієнта (компонента DC), де сканування концептуально фрагментується на різні піднабори послідовно сканованих коефіцієнтів відповідно до порядку сканування. Наприклад, кожний піднабір може включати в себе n послідовно сканованих коефіцієнтів для конкретного порядку сканування. Групування коефіцієнтів у піднаборах відповідно до їх порядку сканування може забезпечити кращу кореляцію між коефіцієнтами і, таким чином, більш ефективне статистичне кодування.

Дане розкриття додатково пропонує збільшити розпаралелювання основаного на САВАС статистичного кодування коефіцієнтів перетворення за допомогою розширення концепції декількох проходів рівня коефіцієнтів для включення додаткового проходу для відображення значущості. Таким чином, приклад з чотирма проходами може включати в себе: (1) кодування значень прапора значущих коефіцієнтів для коефіцієнтів перетворення, наприклад, щоб сформувати відображення значущості, (2) кодування контейнера 1 значень рівня для коефіцієнтів перетворення, (3) кодування контейнерів значень рівня коефіцієнтів, що залишилися, і (4) кодування знаків рівнів коефіцієнтів, всіх в одному і тому самому порядку сканування. Використовуючи способи, описані в даному розкритті, може бути полегшено кодування з чотирма проходами, викладене вище. Таким чином, сканування значущих коефіцієнтів і рівнів для коефіцієнтів перетворення в одному і тому самому порядку сканування, де порядок сканування здійснюється в оберненому напрямку від високочастотного коефіцієнта до низькочастотного коефіцієнта, підтримує роботу способу кодування з декількома проходами, описаного вище.

В іншому прикладі п'ять способів сканування проходу можуть включати в себе: (1) кодування значень прапора значущого коефіцієнта для коефіцієнтів перетворення, наприклад,

щоб сформувати відображення значущості, (2) кодування контейнера 1 значень рівня для коефіцієнтів перетворення, (3) кодування контейнера 2 значень рівня для коефіцієнтів перетворення, (4) кодування знаків рівнів коефіцієнтів (наприклад, в режимі обходу), і (5) кодування контейнерів значень рівня коефіцієнтів, що залишилися, (наприклад, в режимі обходу), причому всі проходи використовують один і той самий порядок сканування.

Приклад з меншою кількістю проходів може бути також використаний. Наприклад, двохпрохідне сканування, де рівень та інформація про знак обробляються паралельно, може включати в себе: (1) кодування регулярних контейнерів проходу в проході (наприклад, значущість, рівень контейнера 1 і рівень контейнера 2), і (2) кодування контейнерів обходу в іншому (наприклад, рівні, що залишилися, і знак), причому кожний прохід використовує один і той самий порядок сканування. Регулярні контейнери є контейнерами, закодованими за допомогою CABAC, використовуючи оновлений контекст, визначений критеріями виведення контексту. Наприклад, як буде пояснено більш детально нижче, критерії виведення контексту можуть включати в себе закодовану інформацію про рівень казуального (випадкового) сусіднього коефіцієнта відносно поточного коефіцієнта перетворення. Контейнери обходу є контейнерами, закодованими за допомогою CABAC, що мають фіксований контекст.

Приклади декількох проходів сканування, описаних вище, можуть бути узагальнені як такі, що включають в себе перший прохід сканування першої частини рівнів коефіцієнтів, причому перша частина включає в себе прохід значущості, і другий прохід сканування другої частини рівнів коефіцієнтів.

У кожному з прикладів, представлених вище, проходи можуть бути виконані послідовно в кожному піднаборі. Хоча використання одновимірних піднаборів, що містять послідовно скановані коефіцієнти, може бути бажаним, декілька способів проходу також можуть застосовуватися до суб-блоків, таких як суб-блоки 4x4. Приклад процесів з двома проходами і з чотирма проходами для послідовно сканованих піднаборів викладений більш детально нижче.

У спрощеному процесі з двома проходами для кожного піднабору блока перетворення перший прохід кодує значущість коефіцієнтів у піднаборі, дотримуючись порядку сканування, і другий прохід кодує рівень коефіцієнтів з коефіцієнтів у піднаборі, дотримуючись того самого порядку сканування. Порядок сканування може бути охарактеризований напрямком сканування (прямим або оберненим) і шаблоном сканування (наприклад, горизонтальним, вертикальним або діагональним). Алгоритм може бути таким, що більше піддається для паралельної обробки, якщо обидва проходи в кожному піднаборі дотримуються одного і того самого порядку сканування, як описано вище.

У більш вдосконаленому процесі з чотирма проходами для кожного піднабору блока перетворення перший прохід кодує значущість коефіцієнтів у піднаборі, другий прохід кодує контейнер 1 рівня коефіцієнтів з коефіцієнтів у піднаборі, третій прохід кодує контейнери рівня коефіцієнтів, що залишилися, з коефіцієнтів у піднаборі, і четвертий прохід кодує знак рівня коефіцієнтів з коефіцієнтів у піднаборі. Знову, щоб бути такими, що більше піддаються для паралельної обробки, всі проходи в кожному піднаборі повинні мати один і той самий порядок сканування. Як описано вище, порядок сканування із оберненим напрямком був показаний як ефективно працюючий. Повинне бути зазначено, що четвертий прохід (тобто, кодування знаку рівнів коефіцієнтів) може бути зроблений безпосередньо після першого проходу (тобто, кодування відображення значущості) або безпосередньо перед значеннями проходу рівня коефіцієнтів, що залишилися.

Для деяких розмірів перетворення піднабір може бути цілим блоком перетворення. У цьому випадку є єдиний піднабір, що відповідає всім значущим коефіцієнтам для всього блока перетворення, і сканування значущості та сканування рівня здійснюються в одному і тому самому порядку сканування. У цьому випадку замість обмеженого числа n (наприклад, $n=16$) коефіцієнтів у піднаборі, піднабір може бути єдиним піднабором для блока перетворення, причому єдиний піднабір включає в себе всі значущі коефіцієнти.

Посилаючись на ФІГ. 5, як тільки коефіцієнти перетворення скановані, модуль 56 статистичного кодування може застосувати статистичне кодування, таке як CAVLC або CABAC, до цих коефіцієнтів. Додатково, модуль 56 статистичного кодування може кодувати інформацію про вектор руху (MV) і будь-який з множини елементів синтаксису, корисних при декодуванні відео даних в декодері 30 відео. Елементи синтаксису можуть включати в себе відображення значущості з прапорами значущих коефіцієнтів, які вказують, чи є значущими конкретні коефіцієнти (наприклад, ненульові), і прапор останнього значущого коефіцієнта, який вказує, чи є конкретний коефіцієнт останнім значущим коефіцієнтом. Декодер 30 відео може використовувати ці елементи синтаксису, щоб відновити закодовані відео дані. Після статистичного кодування за допомогою модуля 56 статистичного кодування закодоване відео,

що одержане в результаті, може бути передане на інший пристрій, такий як декодер 30 відео, або заархівоване для більш пізньої передачі або пошуку.

Для статистичного кодування елементів синтаксису модуль 56 статистичного кодування може виконувати САВАС і вибрати моделі контексту на основі, наприклад, кількості значущих коефіцієнтів у раніше сканованих N коефіцієнтах, де N є цілочисельним значенням, яке може бути зв'язане з розміром блока, що сканується. Модуль 56 статистичного кодування може також вибрати модель контексту на основі режиму прогнозування, що використовується для обчислення залишкових даних, які були перетворені в блок коефіцієнтів перетворення, і типу перетворення, що використовується для перетворення залишкових даних в блок коефіцієнтів перетворення. Коли відповідні дані прогнозування були передбачені, використовуючи режим внутрішнього прогнозування, модуль 56 статистичного кодування може додатково засновувати вибір моделі контексту на напрямку режиму внутрішнього прогнозування.

Додатково, відповідно до іншого аспекту даного розкриття, запропоновано, щоб контексти для САВАС були розділені на піднабори коефіцієнтів (наприклад, піднабори, показані на ФІГ. 7-9). Запропоновано, щоб кожний піднабір складався з послідовних коефіцієнтів у порядку сканування по всьому блоку. Будь-який розмір піднаборів може бути розглянутий, хоча розмір 16 коефіцієнтів у піднаборі сканування вважався працюючим ефективно. У цьому прикладі піднабір може бути 16 послідовними коефіцієнтами в порядку сканування, який може бути в будь-якому шаблоні сканування, включаючи суб-блоковий, діагональний, зигзагоподібний, горизонтальний і вертикальний шаблони сканування. Відповідно до цієї пропозиції сканування рівня коефіцієнтів здійснюється від останнього значущого коефіцієнта в блоці. Тому сканування рівня коефіцієнтів йде від останнього значущого коефіцієнта до першого коефіцієнта (компонента DC) в блоці, де сканування концептуально фрагментоване в різних піднаборах коефіцієнтів, щоб одержати контексти для застосування. Наприклад, сканування організоване в піднаборах з n послідовних коефіцієнтів у порядку сканування. Останнім значущим коефіцієнтом є перший значущий коефіцієнт, що зустрічається в оберненому скануванні від коефіцієнта найвищої частоти блока (що звичайно вважається близьким до правого нижнього кута блока) до коефіцієнта DC блока (лівий верхній кут блока).

В іншому аспекті розкриття запропоновано, щоб критерії виведення контексту САВАС були узгоджені (гармонізовані) для всіх розмірів блока. Іншими словами, замість того, щоб мати різні виведення контексту на основі розміру блока, як розглянуто вище, кожний розмір блока буде покладатися на одне і те саме виведення контекстів САВАС. Таким чином, немає необхідності брати до уваги конкретний розмір блока, щоб одержати контекст САВАС для блока. Виведення контексту є одним і тим самим як для кодування значущості, так і для кодування рівня коефіцієнтів.

Також запропоновано, щоб набори контексту САВАС залежали від того, чи є піднабір піднабором 0 (визначеним як піднабір з коефіцієнтами для найнижчих частот, тобто, що містить коефіцієнт DC і суміжні низькочастотні коефіцієнти) чи ні (тобто, критерії виведення контексту). Див. Таблиці 3a та 3b, представлені нижче.

Таблиця 3a

Набір контекстів

0	Найнижча частота	0 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі
1	Найнижча частота	1 більший, ніж 1, в попередньому піднаборі
2	Найнижча частота	>1 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі
3	Найвища частота	0 більше, ніж 1, в попередньому піднаборі
4	Найвища частота	1 більший, ніж 1, в попередньому піднаборі
5	Найвища частота	>1 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі

Для порівняння з Таблицею 2. Є залежність від піднабору, чи є він піднабором 0 (найнижчі частоти) чи ні.

Для Таблиці 3a, представленої вище, набори 0-2 моделей контексту використовуються для піднаборів сканування найнижчої частоти (тобто, набір n послідовних коефіцієнтів) якщо, відповідно, є нуль коефіцієнтів більших, ніж одиниця в раніше закодованому піднаборі, є один коефіцієнт, більший, ніж одиниця, в раніше закодованому піднаборі, або є більш ніж один коефіцієнт, більших, ніж одиниця, в раніше закодованому піднаборі. Набори 3-5 моделей

контексту використовуються для всіх піднаборів, більш високих, ніж піднабір найнижчої частоти, якщо, відповідно, є нуль коефіцієнтів, більших, ніж одиниця, в раніше закодованому піднаборі, є один коефіцієнт, більший, ніж одиниця, в раніше закодованому піднаборі, або є більш ніж один коефіцієнт, більший, ніж одиниця, в раніше закодованому піднаборі.

5

Таблиця 3b

Набір контекстів

0	Найнижча частота	0 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі
1	Найнижча частота	1-3 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі
2	Найнижча частота	>3 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі
3	Найвища частота	0 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі
4	Найвища частота	1-3 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі
5	Найвища частота	>3 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі

Таблиця 3b показує таблицю набору контекстів, яка показала хорошу продуктивність, оскільки вона враховує більш точну кількість числа більших, ніж одиниця, коефіцієнтів у попередньому піднаборі. Таблиця 3b може бути використана як альтернатива Таблиці 3a, представленої вище.

10

Таблиця 3c показує спрощену таблицю набору контекстів з критеріями виведення контексту, яка також може бути альтернативно використана.

Таблиця 3c

Набір контекстів

0	Найнижча частота	0 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі
1	Найнижча частота	1 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі
2	Найвища частота	0 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі
3	Найвища частота	1 більших, ніж 1, в попередньому піднаборі

Додатково піднабір, що містить останній значущий коефіцієнт в блоці перетворення, може використовувати унікальний набір контекстів.

Дане розкриття також пропонує, щоб контекст для піднаборів все ще залежав від кількості коефіцієнтів більших, ніж 1, в попередніх піднаборах. Наприклад, якщо кількість коефіцієнтів у попередніх піднаборах є ковзним вікном, нехай ця кількість буде $uiNumOne$. Як тільки це значення буде перевірене, щоб вирішити контекст для поточного набору суб-сканування, тоді це значення не встановлюється в нуль. Замість цього це значення нормалізується (наприклад, використовується $uiNumOne = uiNumOne / 4$, що еквівалентне $uiNumOne \gg= 2$ або $uiNumOne = uiNumOne / 2$, що еквівалентне $uiNumOne \gg= 1$). Виконуючи це, значення піднаборів раніше безпосередньо попередніх піднаборів можуть бути все ще розглянуті, але беручи до уваги меншу вагу в рішенні контексту CABAC для закодованого в цей час піднабору. Зокрема, рішення контексту CABAC для заданого піднабору бере до уваги не тільки кількість коефіцієнтів, більшу, ніж одиниця, в безпосередньо попередньому піднаборі, але також і зважену кількість коефіцієнтів, більшу, ніж одиниця, в раніше закодованих піднаборах.

Додатково, набір контекстів може залежати від наступного: (1) кількості значущих коефіцієнтів у піднаборі, що в цей час сканується, (2) чи є поточний піднабір останнім піднабором зі значущим коефіцієнтом (тобто, використовуючи обернений порядок сканування, це відноситься до того, чи є піднабір першим сканованим для рівнів коефіцієнтів чи ні). Додатково, модель контексту для рівня коефіцієнтів може залежати від того, чи є поточний коефіцієнт останнім коефіцієнтом.

Підхід високо адаптивного вибору контексту був раніше запропонований для кодування відображення значущості блоків 16x16 та 32x32 коефіцієнтів перетворення в HEVC. Повинне

бути зазначено, що цей підхід вибору контексту може бути розширений до всіх розмірів блока. Як показано на ФІГ. 10, цей підхід ділить блок 16x16 на чотири ділянки, де кожен коефіцієнт в ділянці 41 більш низької частоти (ці чотири коефіцієнти у верхньому лівому кутку в координатних позиціях x, y [0,0], [0,1], [1,0], [1,1] в прикладі блока 16x16, де [0,0] вказує лівий верхній кут, коефіцієнт DC) має свій власний контекст, коефіцієнти у верхній ділянці 37 (коефіцієнти у верхньому рядку з координатних позицій x, y [2,0] - [15,0] в прикладі блока 16x16) спільно використовують 3 контексти, коефіцієнти в лівій ділянці 35 (коефіцієнти в лівому стовпці з координатних позицій x, y [0,2]-[0,15] в прикладі блока 16x16) спільно використовують ще 3 контексти, і коефіцієнти в ділянці 39, що залишилися, (коефіцієнти, що залишилися, в блоці 16x16) спільно використовують 5 контекстів. Вибір контексту для коефіцієнта X перетворення в ділянці 39, як приклад, оснований на сумі значущості максимум цих 5 коефіцієнтів перетворення B, E, F, H та I. Так як X не залежить від інших позицій в одній і тій самій діагональній лінії X вздовж напрямку сканування (в цьому прикладі зигзагоподібний або діагональний шаблон сканування), контекст значущості коефіцієнтів перетворення вздовж діагональної лінії в порядку сканування може бути обчислений паралельно від попередніх діагональних ліній в порядку сканування.

Запропоновані контексти для відображення значущості, як показано на ФІГ. 10, дійсні тільки, якщо порядок сканування є прямим, оскільки контекст стає неказуальним в декодері, якщо використовується обернене сканування. Тобто, декодер ще не декодував коефіцієнти B, E, F, H та I, як показано на ФІГ. 10, якщо використовується обернене сканування. У результаті бітовий потік не є декодованим.

Однак, дане розкриття пропонує використання сканування в оберненому напрямку. Таким чином, відображення значущості має відповідну кореляцію серед коефіцієнтів, коли порядок сканування знаходиться в оберненому напрямку, як показано на ФІГ. 6. Тому, використання оберненого сканування для відображення значущості, як описано вище, пропонує бажану ефективність кодування. Крім того, використання оберненого сканування для відображення значущості служить для узгодження сканування, що використовується для кодування рівня коефіцієнтів і відображення значущості. Щоб підтримати обернене сканування значущих коефіцієнтів, контексти повинні бути змінені таким чином, щоб вони були сумісні із оберненим скануванням. Запропоновано, щоб кодування значущих коефіцієнтів використовувало контексти, які є казуальними відносно оберненого сканування.

Дане розкриття додатково пропонує, в одному прикладі, спосіб для кодування відображення значущості, який використовує контексти, зображені на ФІГ. 11. Кожен коефіцієнт в ділянці 43 більш низької частоти (ці три коефіцієнти у верхньому лівому кутку в координатних позиціях x, y [0,0], [0,1], [1,0] в прикладі блока 16x16, де [0,0] вказує лівий верхній кут, коефіцієнт DC) має своє власне виведення контексту. Коефіцієнти у верхній ділянці 45 (коефіцієнти у верхньому рядку з координатних позицій x, y [2,0]-[15,0] в прикладі блока 16x16) мають контекст, що залежить від значущості двох попередніх коефіцієнтів у верхній ділянці 45 (наприклад, два коефіцієнти безпосередньо вправо від коефіцієнта, який повинен бути закодований, де такі коефіцієнти є казуальними (випадковими) сусідами з метою декодування, беручи до уваги обернене сканування). Коефіцієнти в лівій ділянці 47 (коефіцієнти в лівому стовпці з координатних позицій x, y [0,2]-[0,15] в прикладі блока 16x16) мають контекст, що залежить від значущості двох попередніх коефіцієнтів (наприклад, два коефіцієнти безпосередньо нижче коефіцієнта, який повинен бути закодований, де такі коефіцієнти є казуальними сусідами з метою декодування, беручи до уваги обернену орієнтацію сканування). Повинне бути зазначено, що ці контексти у верхній ділянці 45 і лівій ділянці 47 на ФІГ. 11 є інверсією контекстів, показаних на ФІГ. 10 (наприклад, де коефіцієнти у верхній ділянці 37 мають контекст, що залежить від коефіцієнтів зліва, і коефіцієнти в лівій ділянці 35 мають контекст, що залежить від коефіцієнтів, представлених вище). Посилаючись на ФІГ. 11, контексти для коефіцієнтів у ділянці 49, що залишилися, (тобто, коефіцієнти, що залишилися, поза ділянкою 43 більш низької частоти, верхньої ділянки 45 і лівої ділянки 47), залежать від суми (або будь-якої іншої функції) значущості коефіцієнтів у позиціях, відмічених за допомогою I, H, F, E та B.

В іншому прикладі коефіцієнти у верхній ділянці 45 і лівій ділянці 47 можуть використовувати точно одне і те саме виведення контексту як коефіцієнти в ділянці 49. В оберненому скануванні таке можливо, оскільки сусідні позиції, відмічені за допомогою I, H, F, E та B, доступні для коефіцієнтів у верхній ділянці 45 і лівій ділянці 47. У кінці рядків/стовпця позиції для казуальних коефіцієнтів I, H, F, E та B можуть знаходитися поза блоком. У цьому випадку припускається, що значення таких коефіцієнтів дорівнює нулю (тобто, є не значущим).

Є багато варіантів при виборі контекстів. Основна ідея полягає в тому, щоб використовувати значущість коефіцієнтів, які були вже закодовані, відповідно до порядку сканування. У прикладі, показаному на ФІГ. 10, контекст коефіцієнта в позиції X виводиться на основі суми значущості коефіцієнтів у позиціях B, E, F, H та I. Ці коефіцієнти контексту з'являються до поточного коефіцієнта в порядку оберненого сканування, запропонованого в даному розкритті для відображення значущості. Контексти, які були казуальними в прямому скануванні, стають неказуальними (не доступними) в порядку оберненого сканування. Спосіб для вирішення цієї проблеми полягає в тому, щоб дзеркально відобразити контексти звичайного випадку на ФІГ. 10 до показаних на ФІГ. 11 для оберненого сканування. Для сканування значущості, яке здійснюється в оберненому напрямку від останнього значущого коефіцієнта до позиції коефіцієнта DC, сусідство контексту для коефіцієнта X складається з коефіцієнтів B, E, F, H, I, які асоційовані з позиціями більш високої частоти відносно позиції коефіцієнта X, і які були вже оброблені кодером або декодером в оберненому скануванні до кодування коефіцієнта X.

Як розглянуто вище, контексти і моделі контексту, ілюстровані в Таблицях 1 та 2, намагаються використовувати локальну кореляцію рівнів коефіцієнтів серед суб-блоків 4x4. Однак залежність може бути дуже віддаленою. Тобто, може бути низька залежність між коефіцієнтами, які відділені один від одного декількома коефіцієнтами, наприклад, від одного суб-блока до іншого. Крім того, в кожному суб-блоці залежність між коефіцієнтами може бути слабкою. Дане розкриття описує способи для вирішення цих проблем шляхом створення набору контекстів для рівнів коефіцієнтів, які використовують більш локальне сусідство контексту.

Дане розкриття пропонує використовувати локальне сусідство для виведення контексту рівнів коефіцієнтів перетворення, наприклад, при кодуванні відео відповідно до HEVC або інших стандартів. Це сусідство складається з коефіцієнтів, вже закодованих (або декодованих), які мають високу кореляцію з рівнем поточного коефіцієнта. Коефіцієнти можуть просторово межувати з коефіцієнтом, який повинен бути закодований, і можуть включати в себе як коефіцієнти, які служать межею коефіцієнту, який повинен кодуватися, так і інші сусідні коефіцієнти, такі як показані на ФІГ. 11 або ФІГ. 13. Зокрема, коефіцієнти, що використовуються для виведення контексту, не обмежуються суб-блоком або попереднім суб-блоком. Замість цього локальне сусідство може містити коефіцієнти, які просторово розташовані близько до коефіцієнта, який повинен бути закодований, але можуть не обов'язково знаходитися в тому самому суб-блоці, що і коефіцієнт, який повинен бути закодований, або в тому самому суб-блоці, що один інший, якщо коефіцієнти були скомпоновані в суб-блоках. Замість того, щоб покладатися на коефіцієнти, розташовані в фіксованому суб-блоці, дане розкриття пропонує використовувати сусідні коефіцієнти, які доступні (тобто, були вже закодовані), беручи до уваги заданий порядок сканування, що використовується.

Різні набори контексту CABAC можуть бути задані для різних піднаборів коефіцієнтів, наприклад, на основі раніше закодованих піднаборів коефіцієнтів. У заданих піднаборах коефіцієнтів контексти виводяться на основі локального сусідства коефіцієнтів, що іноді називається сусідством контексту. Відповідно до даного розкриття, приклад сусідства контексту показаний на ФІГ. 12. Коефіцієнти в сусідстві контексту можуть бути просторово розташовані біля коефіцієнта, який повинен бути закодований.

Як показано на ФІГ. 12, для прямого сканування контекст рівня для коефіцієнта X перетворення залежить від значень коефіцієнтів B, E, F, H та I. В прямому скануванні коефіцієнти B, E, F, H та I асоційовані з позиціями більш низької частоти відносно позиції і коефіцієнта X, і які вже були оброблені кодером або декодером до кодування коефіцієнта X.

Для кодування контейнера 1 для CABAC контекст залежить від суми кількості значущих коефіцієнтів у цьому сусідстві контексту (тобто, в цьому прикладі, коефіцієнтів B, E, F, H та I). Якщо коефіцієнт у сусідстві контексту випадає з блока, тобто, через втрату даних, можна вважати, що це значення дорівнює 0 з метою визначення контексту коефіцієнта X. Для кодування інших контейнерів для CABAC, контекст залежить від суми кількості коефіцієнтів у сусідстві, які рівні 1, а також від суми кількості коефіцієнтів у сусідстві, які більше, ніж 1. В іншому прикладі контекст для контейнера 1 може залежати від суми значень контейнера 1 коефіцієнтів у локальному сусідстві контексту. В іншому прикладі контекст для контейнера 1 може залежати від комбінації суми коефіцієнтів значущості і значень контейнера 1 в цьому сусідстві контексту.

Є багато можливостей для вибору сусідства контексту. Однак сусідство контексту повинно складатися з коефіцієнтів таким чином, щоб кодер і декодер мали доступ до однієї і тієї самої інформації. Зокрема, коефіцієнти B, F, E, I та H в сусідстві повинні бути казуальними сусідами в

тому значенні, що вони були раніше закодовані або декодовані, і доступні для посилання при визначенні контексту для коефіцієнта X.

Контексти, описані вище з посиланнями на ФІГ. 12, є однією з багатьох можливостей. Такі контексти можуть застосовуватися до будь-яких з трьох сканувань, в цей час запропонованих для використання в HEVC: діагонального, горизонтального і вертикального. Дане розкриття пропонує, щоб сусідство контексту, що використовується для виведення контексту для рівня коефіцієнтів, могло бути тим самим, що і сусідство контексту, що використовується для виведення контекстів для відображення значущості. Наприклад, сусідство контексту, що використовується для виведення контексту для рівня коефіцієнтів, може бути локальним сусідством, як у випадку кодування відображення значущості.

Як описано більш детально вище, дане розкриття пропонує використання оберненого порядку сканування для сканування значущих коефіцієнтів, щоб сформувати відображення значущості. Обернений порядок сканування може бути оберненим зигзагоподібним шаблоном, вертикальним шаблоном або горизонтальним шаблоном, як показано на ФІГ. 6. Якщо порядок сканування для сканування рівня коефіцієнтів також знаходиться в оберненому шаблоні, то сусідство контексту, показане на ФІГ. 12, буде неказуальним. Дане розкриття пропонує інвертувати позицію сусідства контексту таким чином, щоб воно було казуальним відносно оберненого порядку сканування. ФІГ. 13 показує приклад сусідства контексту для оберненого порядку сканування.

Як показано на ФІГ. 13, для сканування рівня, яке виконується в оберненому напрямку від останнього значущого коефіцієнта до позиції коефіцієнта DC, сусідство контексту для коефіцієнта X складається з коефіцієнтів B, E, F, H та I, які асоційовані з позиціями більш високої частоти відносно позиції коефіцієнта X. Враховуючи обернене сканування, коефіцієнти B, E, F, H та I були вже оброблені кодером або декодером до кодування коефіцієнта X, і тому є казуальними в тому значенні, що вони є доступними. Аналогічно, це сусідство контексту може бути застосоване до рівнів коефіцієнтів.

Дане розкриття додатково пропонує в одному прикладі інший спосіб для кодування відображення значущості, який використовує контексти, вибрані для підтримки оберненого сканування. Як розглянуто вище, високо адаптивний підхід вибору контексту був запропонований для HEVC для кодування відображення значущості блоків 16x16 та 32x32 коефіцієнтів перетворення. Наприклад, як було описано відносно ФІГ. 10 вище, цей підхід ділить блок 16x16 на чотири ділянки, де кожна позиція в ділянці 41 має свій власний набір контекстів, ділянка 37 має контексти, ділянка 35 має інші 3 контексти, і ділянка 39 має 5 контекстів. Вибір контексту для коефіцієнта перетворення X, як приклад, оснований на сумі значущості максимум цих 5 позицій B, E, F, H, I. Так як X є незалежним від інших позицій на одній і тій самій діагональній лінії X вздовж напрямку сканування, контекст значущості коефіцієнтів перетворення вздовж діагональної лінії в порядку сканування може бути обчислений паралельно від попередніх діагональних ліній в порядку сканування.

Поточний підхід HEVC для виведень контексту має декілька недоліків. Однією проблемою є кількість контекстів для кожного блока. Наявність більшої кількості контекстів має на увазі більше пам'яті і більше обробки кожний раз, коли контексти оновлюються. Тому, може бути вигідно мати алгоритм, який має небагато контекстів і також небагато способів для генерування контекстів (наприклад, менше, ніж ці чотири способи, тобто, чотири шаблони, в попередньому прикладі).

Одним способом вирішення таких недоліків є кодування відображення значущості в оберненому порядку, тобто, від останнього значущого коефіцієнта (більш високої частоти) до компонента DC (найнижчої частоти). Наслідок цього процесу в оберненому порядку полягає в тому, що контексти для прямого сканування більше не є достовірними. Способи, описані вище, включають в себе спосіб для визначення контекстів для адаптивного двійкового арифметичного кодування, оснований на контексті (CABAC) для інформації, що вказує поточний один із значущих коефіцієнтів на основі раніше закодованих значущих коефіцієнтів у оберненому напрямку сканування. У прикладі оберненого зигзагоподібного сканування раніше закодовані значущі коефіцієнти знаходяться в позиціях вправо від лінії сканування, на якій знаходиться поточний із значущих коефіцієнтів.

Генерування контексту може відрізнитися для різних позицій блоків перетворення на основі щонайменше відстані від меж і відстані від компонента DC. У зразковому способі, описаному вище, було запропоновано, щоб кодування відображення значущості використовувало набори контекстів, зображених на ФІГ. 11.

Дане розкриття пропонує набір контекстів для оберненого сканування відображення значущості, яке може привести до більш високої продуктивності через зменшення кількості

контекстів для кожного блока. Знову посилаючись на ФІГ. 11, зменшення кількості контексту для кожного блока може бути досягнуте, дозволяючи лівій ділянці 47 і верхній ділянці 45 використовувати те саме виведення контексту, що і для ділянки 49, що залишилася. В оберненому скануванні це можливо, оскільки сусідні позиції, відмічені I, H, F, E та B, є доступними для коефіцієнтів у ділянках 47 та 45.

ФІГ. 14 показує приклад виведення контексту відповідно до цього прикладу. У цьому прикладі є тільки дві ділянки контексту: низькочастотна ділянка 57 для коефіцієнта DC і ділянка 59, що залишилася, для всіх інших коефіцієнтів. Також, цей приклад пропонує усього два способи для виведення контексту. У низькочастотній ділянці 57 (коефіцієнт DC в позиції x, у [0,0]) контекст виводять на основі позиції, тобто, коефіцієнт DC має контекст його самого. У ділянці 57, що залишилася, контекст виводять на основі значущості сусідніх коефіцієнтів у локальному сусідстві для кожного коефіцієнта, який повинен бути закодований. У цьому прикладі він виводиться залежно від суми значущості 5 сусідів, позначених I, H, F, E та B на ФІГ. 14.

Тому, кількість способів для виведення контексту в блоці зменшена з 4 до 2. Крім того, кількість контекстів зменшена на 8 відносно попереднього прикладу на ФІГ. 11 (2 для ділянки 43 більш низьких частот і 3 для кожної з верхньої ділянки 45 і лівої ділянки 47). В іншому прикладі коефіцієнт DC може використовувати той самий спосіб, що і для іншої частини блока, таким чином, кількість способів для виведення контексту в блоці зменшується до 1.

ФІГ. 15 показує приклад, в якому поточна позиція коефіцієнта X змушує деякі із сусідніх коефіцієнтів (в цьому випадку H та B) знаходитися поза поточним блоком. Якщо будь-який із сусідів поточного коефіцієнта знаходиться поза цим блоком, можна передбачити, що такі сусідні коефіцієнти мають значущість 0 (тобто, вони є нульовими значеннями і, тому, не значущими). Альтернативно, один або декілька спеціальних контекстів можуть бути задані для одного або більше коефіцієнтів нижче вправо. Таким чином, коефіцієнти більш високої частоти можуть мати контексти залежно від позиції, аналогічно коефіцієнту DC. Однак припущення, що сусіди повинні бути нульовими, може забезпечити достатні результати, зокрема, тому, що нижні праві коефіцієнти звичайно будуть мати низьку імовірність наявності значущих коефіцієнтів або щонайменше значущих коефіцієнтів з великими значеннями.

Зменшення кількості контекстів у прикладі на ФІГ. 14 добре для реалізації. Однак це може привести до невеликого зниження продуктивності. Дане розкриття пропонує додатковий спосіб, щоб підвищити продуктивність, в той самий час все ще зменшуючи кількість контекстів. Зокрема, пропонується мати другий набір контекстів, який також оснований на сусідніх коефіцієнтах. Алгоритм виведення контексту є точно таким самим, але використовуються два набори контекстів з різними моделями імовірності. Набір контекстів, які використовуються, залежить від позиції коефіцієнта, який повинен бути закодований в блоці перетворення.

Більш точно, збільшена продуктивність була показана при використанні моделі контексту для коефіцієнтів більш високої частоти (наприклад, нижні праві координатні позиції x, у коефіцієнтів), яка відрізняється від моделі контексту для коефіцієнтів у більш низьких частотах (наприклад, верхні ліві координати x, у коефіцієнтів). Один спосіб для відділення коефіцієнтів більш низької частоти від коефіцієнтів більш високої частоти, і, таким чином, моделі контексту, що використовується для кожних коефіцієнтів, полягає в тому, щоб обчислити значення $x+y$ для коефіцієнта, де x є горизонтальною позицією, і у є вертикальною позицією коефіцієнта. Якщо це значення менше, ніж деякий поріг (наприклад, 4 був показаний як працюючий ефективно), то використовується набір контекстів 1. Якщо значення дорівнює або більше, ніж цей поріг, то використовується набір контекстів 2. Знову, набори контекстів 1 та 2 мають різні моделі імовірності.

ФІГ. 16 показує приклад ділянок контексту для цього прикладу. Знову, коефіцієнт DC в позиції (0,0) має свою власну ділянку 61 контексту. Ділянка 63 контексту більш низької частоти складається з коефіцієнтів перетворення в позиції $x+y$, рівній або менше, ніж поріг 4 (не включаючи коефіцієнт DC). Ділянка 65 контексту більш високої частоти складається з коефіцієнтів перетворення в позиції $x+y$ більшій, ніж поріг 4. Поріг 4 використовується як приклад і може бути пристосований до будь-якої кількості, яка передбачає кращу продуктивність. В іншому прикладі поріг може залежати від розміру TU.

Виведення контексту для ділянки 63 контексту більш низької частоти і ділянки 65 контексту більш високої частоти є точно таким самим в термінах способу, яким використовуються сусіди для вибору контексту, але імовірності (тобто, контексти), що використовуються, відрізняються. Зокрема, можуть бути використані одні і ті самі критерії для вибору контексту на основі сусідів, але застосування таких критеріїв призводить до вибору відмінного контексту для різних позицій коефіцієнта, оскільки різні позиції коефіцієнта можуть бути асоційовані з різними наборами

контекстів. Таким чином, знання, що коефіцієнти більш низької і високої частоти мають різну статистику, включене в алгоритм таким чином, щоб могли бути використані різні набори контекстів для відмінного коефіцієнта.

В інших прикладах функція $x+y$ може бути змінена на інші функції залежно від позиції коефіцієнта. Наприклад, опція повинна надати один і той самий набір контекстів для всіх коефіцієнтів з $x < T$ & $y < T$, T є порогом. ФІГ. 17 показує приклад блока коефіцієнтів перетворення з цими ділянками контексту. Знову, коефіцієнт DC в позиції (0,0) може мати свою власну ділянку 61 контексту. Ділянка 73 контексту більш низької частоти складається з усіх коефіцієнтів перетворення, чия позиція X або Y менше або дорівнює порогу 4 (не включаючи коефіцієнт DC). Ділянка контексту більш високої частоти складається з усіх коефіцієнтів перетворення, чия позиція X або Y більше, ніж поріг 4. Знову, поріг 4 використовується як приклад і може бути пристосований до будь-якої кількості, яка передбачає кращу продуктивність. В одному прикладі поріг може залежати від розміру TU.

Вищезазначені описані способи, показані на ФІГ. 16 та 17, мають два набори з 5 контекстів, що все ще є меншою кількістю контекстів, ніж кількість контекстів, показаних на ФІГ. 10, і показує більш високу продуктивність. Це досягається за допомогою розділення блоків на різні ділянки і визначення різних наборів контексту для коефіцієнтів в різних ділянках, але все ще за допомогою застосування одних і тих самих критеріїв виведення контексту до кожної ділянки.

ФІГ. 18 показує інший приклад блока коефіцієнтів перетворення з ділянками контексту. У цьому прикладі коефіцієнт DC в ділянці 81 і коефіцієнти в позиціях x , y (1, 0) та (0, 1) в ділянках 83 та 85 мають свій власний контекст. Ділянка 87, що залишилася, вже має інший контекст. У варіації прикладу, показаного на ФІГ. 18, ділянки 83 та 85 спільно використовують контекст.

Загалом, вищеописані способи можуть включати в себе сканування значущих коефіцієнтів у блоці коефіцієнтів перетворення в оберненому напрямку від коефіцієнтів більш високої частоти в блоці коефіцієнтів перетворення до коефіцієнтів більш низької частоти в цьому блоці коефіцієнтів перетворення, щоб сформувати відображення значущості, і визначення контекстів для контекстного адаптивного двійкового арифметичного кодування (CABAC), значущих коефіцієнтів відображення значущості на основі локального сусідства раніше сканованих коефіцієнтів у блоці. Контексти можуть бути визначені для кожного із значущих коефіцієнтів на основі раніше сканованих коефіцієнтів перетворення в локальному сусідстві, що має більш високі частоти, ніж відповідний коефіцієнт перетворення. У деяких прикладах контексти можуть бути визначені на основі суми кількості значущих коефіцієнтів у раніше сканованих коефіцієнтах сусідства контексту. Локальне сусідство для кожного із значущих коефіцієнтів, які повинні бути закодовані, може містити множину коефіцієнтів перетворення, які просторово є сусідами з відповідним коефіцієнтом в блоці.

Контекст для значущого коефіцієнта в позиції DC (наприклад, верхньої крайньої лівої) блока коефіцієнтів перетворення може бути визначений на основі індивідуального контексту, заданого для значущого коефіцієнта в позиції DC. Крім того, контекст може бути визначений для коефіцієнтів на лівому краї і верхньому краї блока, використовуючи критерії, по суті аналогічні або ідентичні критеріям, що використовуються для визначення контексту для коефіцієнтів, які не знаходяться на лівому краї і верхньому краї блока. У деяких прикладах контекст для коефіцієнта в більш низькій найбільш правій позиції блока може бути визначений, використовуючи критерії, які передбачають, що сусідні коефіцієнти поза блоком є коефіцієнтами з нульовим значенням. Крім того, в деяких прикладах визначення контексту може містити визначення контексту для коефіцієнтів, використовуючи по суті аналогічні або ідентичні критерії для вибору контекстів у наборі контекстів, але різних наборах контекстів, на основі позицій коефіцієнтів у блоці коефіцієнтів перетворення.

Посилання на верх, низ, право, ліво тощо в даному розкритті використовується загалом для зручності посилання на відносні позиції коефіцієнтів більш високої частоти і більш низької частоти в блоці коефіцієнтів перетворення, який скомпонований звичайно так, щоб мати коефіцієнти більш низької частоти у напрямку вгору наліво і коефіцієнти більш високої частоти у напрямку до вниз вправо блока, і не повинна бути розглянута як обмежуюча для випадків, в яких коефіцієнти більш високої і більш низької частоти можуть бути скомпоновані іншим нетрадиційним способом.

Знову посилаючись на ФІГ. 5, в деяких прикладах модуль 52 перетворення може бути сконфігурований для обнулення деяких коефіцієнтів перетворення (тобто, коефіцієнтів перетворення в деяких місцезположеннях). Наприклад, модуль 52 перетворення може бути сконфігурований для обнулення всіх коефіцієнтів перетворення поза верхнім лівим квадрантом в TU після перетворення. Як інший приклад, модуль 56 статистичного кодування може бути сконфігурований для обнулення коефіцієнтів перетворення в масиві після деякої позиції в

масиві. У будь-якому випадку кодер 20 відео може бути сконфігурований для обнулення деякої частини коефіцієнтів перетворення, наприклад, до або після сканування. Фраза «обнулення» використовується, щоб позначати встановлення значення коефіцієнта рівним нулю, але не обов'язково пропущення або відхилення коефіцієнта. У деяких прикладах це встановлення

5 коефіцієнтів в нуль може бути додатково до обнулення, яке може виходити з квантування.

Модуль 58 оберненого квантування і модуль 60 оберненого перетворення застосовують обернене квантування і обернене перетворення, відповідно, щоб відновити залишковий блок в піксельній ділянці, наприклад, для більш пізнього використання як опорного блока. Модуль 44 компенсації руху може обчислювати опорний блок за допомогою додавання (підсумовування)

10 залишкового блока до прогнозуючого блока одного з кадрів буфера 64 опорних кадрів. Модуль 44 компенсації руху може також застосовувати один або більше інтерполяційних фільтрів до відновленого залишкового блока, щоб обчислити суб-цілочисельні піксельні значення для використання при оцінці руху. Суматор 62 підсумовує відновлений залишковий блок з блоком прогнозування з компенсацією руху, сформованим модулем 44 компенсації руху, щоб

15 сформувати відновлений відео блок для збереження в буфері 64 опорних кадрів. Відновлений відео блок може бути використаний модулем 42 оцінки руху і модулем 44 компенсації руху як опорний блок для зовнішнього кодування блока в подальшому відео кадрі.

ФІГ. 19 є блок-схемою, що ілюструє приклад модуля 56 статистичного кодування для використання в кодері відео згідно з ФІГ. 5. ФІГ. 19 ілюструє різні функціональні аспекти модуля

20 56 статистичного кодування для вибору порядку сканування і відповідного набору контекстів, що використовуються при статистичному кодуванні CABAC. Модуль 56 статистичного кодування може включати в себе модуль 90 вибору порядку сканування і контексту, модуль 92 сканування 2D-в-1D, механізм 94 статистичного кодування і пам'ять 96 порядку сканування.

Модуль 90 вибору порядку сканування і контексту вибирає порядок сканування, який

25 повинен бути використаний модулем 92 сканування 2D-в-1D для сканування відображення значущості та сканування рівня коефіцієнтів. Як розглянуто вище, порядок сканування складається як з шаблону сканування, так і з напрямку сканування. Пам'ять 96 сканування може зберігати команди i/або дані, які визначають, який порядок сканування використовувати для конкретних ситуацій. Як приклади, режим прогнозування кадру або вирізки, розмір блока,

30 перетворення або інші характеристики даних відео, що використовуються, можуть бути використані для вибору порядку сканування. В одній пропозиції для HEVC кожний з режимів внутрішнього прогнозування призначається на конкретний порядок сканування (суб-блоковий діагональний, горизонтальний або вертикальний). Декодер здійснює синтаксичний аналіз режиму внутрішнього прогнозування і визначає порядок сканування для застосування,

35 використовуючи таблицю пошуку. Адаптивні способи можуть бути використані, щоб відстежити статистику найбільш частих значущих коефіцієнтів. В іншому прикладі сканування може бути основане на найчастіше використовуваних коефіцієнтах першими в порядку сканування. Як інший приклад, модуль 90 вибору порядку сканування і контексту може використовувати заздалегідь визначений порядок сканування для всіх ситуацій. Як описано вище, модуль 90

40 вибору порядку сканування і контексту може вибрати порядок сканування для сканування як відображення значущості, так і рівня коефіцієнтів. Відповідно до способів даного розкриття, два сканування можуть мати один і той самий порядок сканування, і зокрема обидва можуть бути в оберненому напрямку.

На основі вибраного порядку сканування, модуль 90 вибору порядку сканування і контексту

45 також вибирає контексти, які повинні бути використані для CABAC в механізмі 94 статистичного кодування, наприклад, контексти, описані вище з посиланнями на ФІГ. 11 та ФІГ. 13-18.

Модуль 92 сканування 2D-в-1D застосовує вибрані сканування до двовірного масиву коефіцієнтів перетворення. Зокрема, модуль 92 сканування 2D-в-1D може сканувати коефіцієнти перетворення в піднаборах, як описано вище з посиланнями на ФІГ. 7-9. Зокрема,

50 коефіцієнти перетворення скануються в піднаборі, що складається з ряду послідовних коефіцієнтів, відповідно до порядку сканування. Такі піднабори застосовуються як для сканування відображення значущості, так і для сканування рівня коефіцієнтів. Додатково, модуль 92 сканування 2D-в-1D може виконувати сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів як послідовні сканування відповідно до одного і того самого порядку сканування.

55 Послідовні сканування можуть складатися з декількох сканувань, як описано вище. В одному прикладі першим скануванням є сканування відображення значущості, друге сканування має контейнер один рівнів коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі, третє сканування має контейнери рівнів коефіцієнтів перетворення, що залишилися, і четверте сканування має знак рівнів коефіцієнтів перетворення.

Механізм 94 статистичного кодування застосовує процес статистичного кодування до сканованих коефіцієнтів, використовуючи вибраний контекст з модуля 90 вибору контексту і порядку сканування. У деяких прикладах контекст, що використовується для CABAC, може бути заздалегідь визначений для всіх випадків, і, таким чином, може не бути необхідності в процесі або блоці для вибору контекстів. Процес статистичного кодування може бути застосований до коефіцієнтів після того, як вони повністю були скановані у вектор 1D, або коли кожний коефіцієнт додається до вектора 1D. В інших прикладах коефіцієнти обробляються безпосередньо в масиві 2D, використовуючи порядок сканування. У деяких випадках механізм 94 статистичного кодування може бути сконфігурований для кодування різних секцій вектора 1D паралельно, щоб сприяти розпаралелюванню процесу статистичного кодування для підвищеної швидкості та ефективності. Механізм 94 статистичного кодування формує бітовий потік, що переносить закодоване відео. Бітовий потік може бути переданий на інший пристрій або збережений в архіві зберігання даних для більш пізнього витягання. Додатково до залишкових даних коефіцієнта перетворення бітовий потік може переносити дані вектора руху і різні елементи синтаксису, корисні при декодуванні закодованого відео в бітовому потоці.

Додатково, модуль 56 статистичного кодування може забезпечити сигналізацію в закодованому відео бітовому потоці, щоб вказати порядок сканування і/або контексти, що використовуються в процесі CABAC. Порядок сканування і/або контексти можуть бути сигналізовані, наприклад, як елементи синтаксису на різних рівнях, таких як кадр, вирізка, LCU, рівень CU або рівень TU. Якщо встановлений заздалегідь визначений порядок сканування і/або контекст, може не бути необхідності забезпечити сигналізацію в закодованому бітовому потоці. Крім того, в деяких прикладах для декодера 30 відео може бути можливо вивести деякі значення параметра без сигналізації. Щоб дозволити визначення різних порядків сканування для різних блоків TU, може бути бажано сигналізувати такі елементи синтаксису на рівні TU, наприклад, в заголовку квадродреву (дерева квадрантів) TU. Хоча сигналізація в закодованому відео бітовому потоці описана з метою ілюстрації, інформація, що вказує значення параметра або функцію, може бути сигналізована поза діапазоном в побічній інформації.

У цьому контексті сигналізація порядку сканування і/або контекстів у закодованому бітовому потоці не вимагає передачі в реальному часі таких елементів від кодера на декодер, а замість цього означає, що такі елементи синтаксису кодуються в бітовий потік і зроблені доступними для декодера будь-яким способом. Це може включати в себе передачу в реальному часі (наприклад, у відео конференц-зв'язку), а також збереження закодованого бітового потоку на зчитуваному комп'ютером носії для майбутнього використання за допомогою декодера (наприклад, в потоковій передачі, завантаженні, доступі до диска, доступі до картки, DVD, Blu-ray тощо).

Повинне бути зазначено, що хоча показано як окремі функціональні блоки, для простоти ілюстрації структура і функціональні можливості порядку сканування і модуля 90 вибору контексту, модуля 92 сканування 2D-в-1D, механізму 94 статистичного кодування і пам'яті 96 порядку сканування можуть бути високо інтегровані один з одним.

ФІГ. 20 є блок-схемою, що ілюструє приклад декодера 30 відео, який декодує закодовану послідовність відео. У прикладі на ФІГ. 20 декодер 30 відео включає в себе модуль 70 статистичного декодування, модуль 72 компенсації руху, модуль 74 внутрішнього прогнозування, модуль 76 оберненого квантування, модуль 78 оберненого перетворення, буфер 82 опорних кадрів і суматор 80. Декодер 30 відео в деяких прикладах може виконувати прохід декодування, в цілому обернений проходу кодування, описаному відносно кодера 20 відео (ФІГ. 5).

Модуль 70 статистичного декодування виконує статистичне декодування закодованого відео в процесі, який є оберненим процесом, що використовується модулем 56 статистичного кодування ФІГ. 5. Модуль 72 компенсації руху може генерувати дані прогнозування на основі векторів руху, прийнятих від модуля 70 статистичного декодування. Модуль 74 внутрішнього прогнозування може генерувати дані прогнозування для поточного блока поточного кадру на основі сигналізованого режиму внутрішнього прогнозування і даних від раніше декодованих блоків поточного кадру.

У деяких прикладах модуль 70 статистичного декодування (або модуль 76 оберненого квантування) можуть сканувати прийняті значення, використовуючи сканування, що дзеркально відображає порядок сканування, який використовується модулем 56 статистичного кодування (або модулем 54 квантування) кодера 20 відео. Хоча сканування коефіцієнтів може бути виконане в модулі 76 оберненого квантування, сканування буде описане з метою ілюстрації, як таке, що виконується модулем 70 статистичного декодування. Додатково, хоча показані як

окремі функціональні блоки для простоти ілюстрації, структура і функціональні можливості модуля 70 статистичного декодування, модуля 76 оберненого квантування та інших модулів декодера 30 відео можуть бути високо інтегровані один з одним.

Відповідно до способів даного розкриття декодер 30 відео може сканувати як відображення значущості коефіцієнтів перетворення, так і рівні коефіцієнтів перетворення відповідно до одного і того самого порядку сканування. Тобто, порядок сканування для кодування відображення значущості та рівня повинен мати одні і ті самі шаблон і напрямки. Додатково декодер 30 відео може використовувати порядок сканування для відображення значущості, яке знаходиться в оберненому напрямку. Як інший приклад, декодер 30 відео може використовувати порядок сканування для кодування відображення значущості та рівня, яке узгоджене в оберненому напрямку.

В іншому аспекті даного розкриття декодер 30 відео може сканувати коефіцієнти перетворення в піднаборах. Зокрема, коефіцієнти перетворення скануються в піднаборі, що складається з ряду послідовних коефіцієнтів, відповідно до порядку сканування. Такі піднабори застосовні як для сканування відображення значущості, так і для сканування рівня коефіцієнтів. Додатково, декодер 30 відео може виконувати сканування відображення значущості та сканування рівня коефіцієнтів як послідовні сканування відповідно до одного і того самого порядку сканування. В одному аспекті порядком сканування є обернений порядок сканування. Послідовні сканування можуть складатися з декількох сканувань. В одному прикладі першим скануванням є сканування відображення значущості, друге сканування має контейнер один рівнів коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі, третє сканування має контейнери рівнів коефіцієнтів перетворення, що залишилися, і четверте сканування має знак рівнів коефіцієнтів перетворення.

Декодер 30 відео може прийняти від закодованого бітового потоку сигналізацію, що він ідентифікує порядок сканування і/або контексти, що використовуються для CABAC, за допомогою кодера 20 відео. Додатково або альтернативно, порядок сканування і контексти можуть бути виведені декодером 30 відео на основі характеристик закодованого відео, таких як режим прогнозування, розмір блока або інших характеристик. Як інший приклад, кодер 20 відео і декодер 30 відео можуть використовувати заздалегідь визначені порядки сканування і контексти для всіх випадків використання, і, таким чином, не буде потрібна сигналізація в закодованому бітовому потоці.

Незалежно від того, як визначений порядок сканування, модуль 70 статистичного декодування використовує обернений порядок сканування для сканування вектора 1D в масив 2D. Масив 2D коефіцієнтів перетворення, сформованих модулем 70 статистичного декодування, може квантуватися і може загалом відповідати масиву 2D коефіцієнтів перетворення, сканованих модулем 56 статистичного кодування кодера 20 відео, щоб сформувати вектор 1D коефіцієнтів перетворення.

Модуль 76 оберненого квантування обернено квантує, тобто, деквантує, квантовані коефіцієнти перетворення, забезпечені в бітовому потоці і декодовані модулем 70 статистичного декодування. Процес оберненого квантування може включати в себе звичайний процес, наприклад, аналогічний процесам, запропонованим для HEVC або визначеним стандартом декодування H.264. Процес оберненого квантування може включати в себе використання параметра квантування QP, обчисленого кодером 20 відео для CU, щоб визначити ступінь квантування і, аналогічно, ступінь оберненого квантування, яке повинне бути застосоване. Модуль 76 оберненого квантування може обернено квантувати коефіцієнти перетворення або до, або після того, як коефіцієнти будуть перетворені з вектора 1D в масив 2D.

Модуль 78 оберненого перетворення застосовує обернене перетворення, наприклад, обернене DCT, обернене цілочисельне перетворення, обернене KLT, обернене обертальне перетворення, обернене направлене перетворення або інше обернене перетворення. У деяких прикладах модуль 78 оберненого перетворення може визначити обернене перетворення на основі сигналізації від кодера 20 відео або за допомогою виведення перетворення з однієї або більше характеристик кодування, таких як розмір блока, режим кодування тощо. В деяких прикладах модуль 78 оберненого перетворення може визначити перетворення, щоб застосувати до поточного блока на основі сигналізованого перетворення в кореновому вузлі квадродререва для LCU, що включає в себе поточний блок. У деяких прикладах модуль 78 оберненого перетворення може застосувати каскадне обернене перетворення.

Модуль 72 компенсації руху формує блоки з компенсацією руху, можливо виконуючи інтерполяцію на основі інтерполяційних фільтрів. Ідентифікатори для інтерполяційних фільтрів,

які повинні бути використані для оцінки руху з суб-піксельною точністю, можуть бути включені в елементи синтаксису. Модуль 72 компенсації руху може використовувати інтерполяційні фільтри, які використовуються кодером 20 відео під час кодування блока відео, щоб обчислити інтерпольовані значення для суб-цілочисельних пікселів опорного блока. Модуль 72 компенсації руху може визначити інтерполяційні фільтри, що використовуються кодером 20 відео, відповідно до прийнятої інформації синтаксису і використовувати інтерполяційні фільтри, щоб сформувати прогнозуючі блоки.

Модуль 72 компенсації руху і модуль 74 внутрішнього прогнозування в прикладі HEVC можуть використовувати деяку з інформації синтаксису (наприклад, забезпечену за допомогою квадродререва), щоб визначити розміри блоків LCU, що використовуються для кодування кадру(ів) закодованої послідовності відео. Модуль 72 компенсації руху і модуль 74 внутрішнього прогнозування можуть також використовувати інформацію синтаксису, щоб визначити інформацію розділення, яка описує, як розділений кожний CU кадру закодованої послідовності відео (і аналогічно, як розбиті суб-блоки CU). Інформація синтаксису може також включати в себе режими, що вказують, як кодується кожне розділення (наприклад, внутрішнє або зовнішнє прогнозування, і для внутрішнього прогнозування режим кодування з внутрішнім прогнозуванням), один або більше опорних кадрів (і/або опорних списків, що містять ідентифікатори для опорних кадрів) для кожного ззовні кодованого PU та іншу інформацію для декодування закодованої послідовності відео.

Суматор 80 об'єднує залишкові блоки з відповідними блоками прогнозування, згенерованими модулем 72 компенсації руху або модулем 74 внутрішнього прогнозування, щоб сформувати декодовані блоки. За бажанням фільтр видалення блочності може бути також застосований, щоб фільтрувати декодовані блоки для видалення артефактів блочності. Декодовані блоки відео потім зберігаються в буфері 82 опорних кадрів, який забезпечує опорні блоки для подальшої компенсації руху і також формує декодоване відео для представлення на пристрої відображення (такому, як пристрій 32 відображення згідно з ФІГ. 4).

Як згадано вище, способи для сканування коефіцієнтів перетворення, представлених в даному розкритті, застосовуються як для кодера, так і для декодера. Кодер відео може застосовувати порядок сканування для сканування коефіцієнтів перетворення з двовірного масиву в одновірний масив, тоді як декодер відео може застосовувати порядок сканування, наприклад, оберненим чином до кодера, щоб сканувати коефіцієнти перетворення з одновірного масиву в двовірний масив. Альтернативно, декодер відео може застосовувати порядок сканування для сканування коефіцієнтів перетворення з одновірного масиву в двовірний масив, і кодер відео може застосовувати порядок сканування оберненим чином до декодера, щоб сканувати коефіцієнти перетворення з двовірного масиву в одновірний масив. Отже, сканування за допомогою кодера може відноситися до сканування 2D-в-1D за допомогою кодера або сканування 1D-в-2D за допомогою декодера. Додатково, сканування відповідно до порядку сканування може відноситися до сканування в порядку сканування для сканування 2D-в-1D, сканування в порядку сканування для сканування 1D-в-2D, сканування в оберненому порядку сканування для сканування 1D-в-2D або сканування в оберненому порядку сканування для сканування 2D-в-1D. Отже, порядок сканування може бути встановлений для сканування за допомогою кодера або сканування за допомогою декодера.

Декодер 30 відео може працювати способом, по суті симетричним способу кодера 20 відео. Наприклад, декодер 30 відео може приймати статистично закодовані дані, що представляють закодований CU, який включає в себе закодовані дані PU та TU. Декодер 30 відео може оберненим чином виконувати статистичне кодування прийнятих даних, формуючи закодовані коефіцієнти квантування. Коли кодер 20 відео статистично кодує дані, використовуючи алгоритм арифметичного кодування (наприклад, CABAC), декодер 30 відео може використовувати модель контексту для декодування даних, які відповідають тій самій моделі контексту, що використовується кодером 20 відео для кодування даних.

Декодер 30 відео може також обернено сканувати декодовані коефіцієнти, використовуючи обернене сканування, яке дзеркально відображає сканування, що використовується кодером 20 відео. Для оберненого сканування коефіцієнтів декодер 30 відео вибирає той самий порядок сканування, що використовується кодером 20 відео, який може бути збережений в декодері або сигналізований за допомогою кодера в закодованому бітовому потоці. Використовуючи цей порядок сканування, декодер 30 відео, таким чином, формує двовірну матрицю з одновірного вектора квантованих коефіцієнтів перетворення, що одержані в результаті процесу статистичного декодування. Зокрема, декодер 30 відео обернено сканує коефіцієнти з одновірного масиву в двовірний масив відповідно до порядку сканування, що використовується кодером 20 відео.

Потім декодер 30 відео може обернено квантувати коефіцієнти в двовірній матриці, сформованій оберненим скануванням, виконаним відповідно до порядку сканування. Декодер 30 відео може потім застосовувати одне або більше обернених перетворень до двовірної матриці. Обернене перетворення може відповідати перетворенням, застосованим кодером 20 відео. Декодер 30 відео може визначити обернені перетворення, щоб застосувати на основі, наприклад, інформації, сигналізованої в корені квадродрева, відповідно до декодованих в цей час CU, або за допомогою посилання на іншу інформацію, що вказує відповідні обернені перетворення. Після застосування оберненого перетворення (перетворень), декодер 30 відео відновлює залишкові відео дані в піксельній ділянці і застосовує декодування з внутрішнім прогнозуванням або зовнішнім прогнозуванням, якщо застосовне, щоб відновити оригінальні відео дані.

ФІГ. 21 є блок-схемою, що ілюструє приклад модуля 70 статистичного декодування для використання в декодері відео згідно з ФІГ. 20. ФІГ. 21 ілюструє різні функціональні аспекти модуля 70 статистичного декодування для вибору порядку сканування і контекстів, що використовуються для декодування CABAC в процесі декодування відео. Як показано на ФІГ. 21, модуль 70 статистичного декодування може включати в себе модуль 100 вибору порядку сканування і контексту, модуль 102 сканування 1D-в-2D, механізм 104 статистичного декодування і пам'ять 106 порядку сканування.

Механізм 104 статистичного декодування статистично декодує закодоване відео, передане на декодер 30 відео або витягнуте декодером 30 відео з пристрою зберігання даних. Наприклад, механізм 104 статистичного декодування може застосовувати процес статистичного декодування, наприклад, CAVLC, CABAC або інший процес, до бітового потоку, що переносить закодоване відео, щоб відновити 1D-вектор коефіцієнтів перетворення. Додатково до залишкових даних коефіцієнта перетворення механізм 104 статистичного декодування може застосовувати статистичне декодування, щоб відтворити дані вектора руху і різні елементи синтаксису, корисні при декодуванні закодованого відео в бітовому потоці. Механізм 104 статистичного декодування може визначити, який процес статистичного декодування, наприклад, CAVLC, CABAC або інший процес, вибрати на основі сигналізації в закодованому відео бітовому потоці або за допомогою виведення відповідного процесу з іншої інформації в бітовому потоці.

Відповідно до способів даного розкриття, механізм 104 статистичного декодування може виконувати статистичне декодування закодованого відео, використовуючи CABAC, відповідно до двох різних ділянок контексту. Модуль 100 вибору порядку сканування і контексту може видати виведення контексту механізму 104 статистичного декодування. Відповідно до прикладів даного розкриття, виведення контексту для першої ділянки контексту залежить від позиції коефіцієнтів перетворення, в той час як виведення контексту для другої ділянки залежить від казуальних сусідів коефіцієнтів перетворення. В іншому прикладі друга ділянка контексту може використовувати дві різні моделі контексту залежно від місцезнаходження коефіцієнтів перетворення.

Модуль 100 вибору порядку сканування і контексту може також визначити порядок сканування і/або індикацію порядку сканування на основі сигналізації в закодованому відео бітовому потоці. Наприклад, модуль 70 статистичного декодування може приймати елементи синтаксису, які явно сигналізують порядок сканування. Знову, хоча сигналізація в закодованому відео бітовому потоці описана з метою ілюстрації, порядок сканування може бути прийнятий модулем 70 статистичного декодування як позасмуговий в побічній інформації. Крім того, в деяких прикладах для модуля 100 вибору порядку сканування і контексту може бути можливо вивести порядок сканування без сигналізації. Порядок сканування може бути оснований на режимі прогнозування, розмірі блока, перетворенні або інших характеристиках закодованого відео. Подібно до пам'яті 96 на ФІГ. 19, пам'ять 106 згідно з ФІГ. 21 може зберігати команди і/або дані, що визначають порядок сканування.

Модуль 102 сканування 1D-в-2D приймає порядок сканування від модуля 100 вибору порядку сканування і контексту та застосовує порядок сканування або безпосередньо, або оберненим способом, щоб керувати скануванням коефіцієнтів. Відповідно до способів даного розкриття, один і той самий порядок сканування може бути використаний як для сканування відображення значущості, так і для рівня коефіцієнтів. В іншому аспекті розкриття сканування відображення значущості може бути в оберненому напрямку. В іншому аспекті розкриття як сканування відображення значущості, так і сканування рівня коефіцієнтів можуть бути в оберненому напрямку.

Відповідно до іншого аспекту розкриття, модуль 102 сканування 1D-в-2D може сканувати одновірний масив коефіцієнтів перетворення в один або більше піднаборів коефіцієнтів

перетворення, кодуючи значущість коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі і кодуючи рівні коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі. В іншому аспекті розкриття сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів виконується в послідовних скануваннях відповідно до одного і того самого порядку сканування. В одному аспекті порядком сканування є обернений порядок сканування. Послідовні сканування можуть складатися з декількох сканувань, де першим скануванням є сканування відображення значущості, друге сканування має контейнер один рівнів коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі, третє сканування має контейнери рівнів коефіцієнтів перетворення, що залишилися, і четверте сканування має знак рівнів коефіцієнтів перетворення.

На боці кодера кодування коефіцієнтів перетворення може містити кодування коефіцієнтів перетворення відповідно до порядку сканування, щоб сформувати одномірний масив коефіцієнтів перетворення. На боці декодера кодування коефіцієнта перетворення може містити декодування коефіцієнтів перетворення відповідно до порядку сканування, щоб відновити двомірний масив коефіцієнтів перетворення в блоці перетворення.

Повинне бути зазначено, що хоча показані як окремі функціональні блоки для простоти ілюстрації, структура і функціональні можливості модуля 100 вибору порядку сканування і контексту, модуля 102 сканування 1D-в-2D, механізму 104 статистичного декодування і пам'яті 106 порядку сканування можуть бути високо інтегровані один з одним.

ФІГ. 22 є блок-схемою, що ілюструє зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів з узгодженим порядком сканування. Запропонований спосіб кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими відео даними в процесі кодування відео. Спосіб може бути виконаний кодером відео, таким як кодер 20 відео або декодер 30 відео на ФІГ. 4. Кодер відео може бути сконфігурований для вибору порядку (120) сканування. Порядок сканування може бути вибраний на основі режиму прогнозування, розміру блока, перетворення або інших характеристик відео. Додатково, порядок сканування може бути порядком сканування за умовчанням. Порядок сканування визначає як шаблон сканування, так і напрямком сканування. В одному прикладі напрямком сканування є обернений напрямком сканування, що здійснюється від коефіцієнтів більш високої частоти у множині коефіцієнтів перетворення до коефіцієнтів більш низької частоти у множині коефіцієнтів перетворення. Шаблон сканування може включати в себе один з: зигзагоподібного шаблона, діагонального шаблона, горизонтального шаблона або вертикального шаблона.

Кодер відео може бути додатково сконфігурований для кодування інформації, що вказує значущі коефіцієнти для множини коефіцієнтів перетворення відповідно до порядку (122) сканування, і визначення контекстів для кодування рівнів значущих коефіцієнтів для множини піднаборів значущих коефіцієнтів, причому кожний з множини піднаборів містить один або більше значущих коефіцієнтів, сканованих відповідно до порядку (124) сканування. Кодер відео також кодує інформацію, що вказує рівні множини коефіцієнтів перетворення, відповідно до порядку (126) сканування. Піднабори можуть мати різні розміри. Повинне бути зазначено, що етапи 122, 124 та 126 можуть чергуватися, оскільки визначення контекстів для інформації рівня залежить від раніше закодованих сусідніх коефіцієнтів.

ФІГ. 23 є блок-схемою, що ілюструє інший зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів і виведення контексту САВАС. Спосіб згідно з ФІГ. 23 дещо відрізняється від способу, показаного на ФІГ. 22, оскільки контексти блоків різних розмірів можуть використовувати одні і ті самі критерії виведення контексту. Як приклад, кодер відео може одержати перший контекст для першого блока коефіцієнтів перетворення, причому перший блок має перший розмір відповідно до критеріїв виведення контексту, і одержати другий контекст для другого блока коефіцієнтів перетворення, причому другий блок має другий відмінний розмір відповідно до тих самих критеріїв виведення контексту, що і перший блок (123). Подібно до ФІГ. 22, етапи 122, 123 та 126 можуть чергуватися, оскільки визначення контекстів для інформації рівня залежить від раніше закодованих сусідніх коефіцієнтів.

ФІГ. 24 є блок-схемою, що ілюструє інший зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів і виведення контексту САВАС. Спосіб згідно з ФІГ. 24 дещо відрізняється від способу, показаного на ФІГ. 22, оскільки контексти для піднаборів визначаються на основі наявності коефіцієнта DC в піднаборах. Як один приклад, кодер відео може визначити різні набори контекстів для різних піднаборів коефіцієнтів на основі того, чи містять відповідні піднабори коефіцієнт DC з коефіцієнтів перетворення (125). Подібно до ФІГ. 22, етапи 122, 125 та 126 можуть чергуватися, оскільки визначення контекстів для інформації рівня залежить від раніше закодованих сусідніх коефіцієнтів.

ФІГ. 25 є блок-схемою, що ілюструє інший зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів і виведення контексту САВАС. Спосіб згідно з ФІГ. 25 дещо

відрізняється від способу, показаного на ФІГ. 22, оскільки контексти визначені на основі зваженої кількості значущих коефіцієнтів в інших попередніх піднаборах. Як один приклад, кодер відео може визначити різні набори контекстів для різних піднаборів коефіцієнтів на основі ряду значущих коефіцієнтів у безпосередньо попередньому піднаборі коефіцієнтів і зваженої кількості значущих коефіцієнтів в інших попередніх піднаборах коефіцієнтів (127). Подібно до ФІГ. 22, етапи 122, 127 та 126 можуть чергуватися, оскільки визначення контекстів для інформації рівня залежить від раніше закодованих сусідніх коефіцієнтів.

ФІГ. 26 є блок-схемою, що ілюструє зразковий процес для кодування відображення значущості, використовуючи обернений напрямок сканування. Запропонований спосіб кодування коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими відео даними, в процесі кодування відео. Спосіб може бути виконаний відео кодером, таким як кодер 20 відео або декодер 30 відео на ФІГ. 4. Кодер відео може бути сконфігурований для вибору порядку сканування із оберненим напрямком (140) і визначення контекстів для адаптивного двійкового арифметичного кодування, оснований на контексті (CABAC), інформації, що вказує поточний один із значущих коефіцієнтів на основі раніше закодованих значущих коефіцієнтів у оберненому напрямку (142) сканування. Кодер відео може бути додатково сконфігурований для кодування інформації, що вказує значущі коефіцієнти перетворення вздовж оберненого напрямку сканування, щоб сформувати відображення (146) значущості.

В одному прикладі сканування має діагональний шаблон, і раніше закодовані значущі коефіцієнти знаходяться в позиціях вправо від лінії сканування, на якій знаходиться поточний один із значущих коефіцієнтів. В іншому прикладі сканування має горизонтальний шаблон, і раніше закодовані значущі коефіцієнти знаходяться в позиціях нижче лінії сканування, на якій знаходиться поточний один із значущих коефіцієнтів. В іншому прикладі сканування має вертикальний шаблон, і раніше закодовані значущі коефіцієнти знаходяться в позиціях вправо від лінії сканування, на якій знаходиться поточний один із значущих коефіцієнтів.

Кодер відео може бути додатково сконфігурований для кодування інформації, що вказує рівні значущих коефіцієнтів перетворення (148). Етап кодування інформації, що вказує рівні значущих коефіцієнтів перетворення, може виконуватися в оберненому напрямку сканування від коефіцієнтів більш високої частоти в блоці коефіцієнтів перетворення до коефіцієнтів більш низької частоти в блоці коефіцієнтів перетворення. Подібно до ФІГ. 22, етапи 142, 146 та 148 можуть чергуватися, оскільки визначення контекстів для інформації рівня залежить від раніше закодованих сусідніх коефіцієнтів.

ФІГ. 27 є блок-схемою, що ілюструє зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів, відповідно до піднаборів коефіцієнтів перетворення. Запропонований спосіб кодування коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими відео даними, в процесі кодування відео. Спосіб може бути виконаний кодером відео, таким як кодер 20 відео або декодер 30 відео на ФІГ. 4. Кодер відео може бути сконфігурований для компонування блока коефіцієнтів перетворення в одному або більше піднаборах коефіцієнтів перетворення (160), кодування значущості коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі (162) і кодування рівнів коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі (164). В одному прикладі компонування блока коефіцієнтів перетворення може включати в себе компонування блока коефіцієнтів перетворення в єдиний набір коефіцієнтів перетворення, що відповідають всьому блоку перетворення. В іншому прикладі компонування блока коефіцієнтів перетворення може включати в себе компонування блока коефіцієнтів перетворення в один або більше піднаборів коефіцієнтів перетворення на основі порядку сканування.

Кодер відео може бути сконфігурований для кодування значущості коефіцієнтів перетворення в кожному піднаборі відповідно до порядку сканування та кодування рівнів коефіцієнтів перетворення відповідно до порядку сканування. Кодування відображення значущості (162) і рівнів (164) може бути виконане разом в двох або більше послідовних проходах сканування в піднаборі (165).

ФІГ. 28 є блок-схемою, що ілюструє інший зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів відповідно до піднаборів коефіцієнтів перетворення. Кодер відео може виконувати послідовні сканування (165) за допомогою першого кодування значущості коефіцієнтів перетворення в піднаборі в першому скануванні коефіцієнтів перетворення у відповідному піднаборі (170).

Кодування рівнів коефіцієнтів (164) в кожному піднаборі включає в себе щонайменше друге сканування коефіцієнтів перетворення у відповідному піднаборі. Друге сканування може включати в себе кодування контейнера один рівнів коефіцієнтів перетворення в піднаборі у другому скануванні коефіцієнтів перетворення у відповідному піднаборі (172), кодування контейнерів рівнів коефіцієнтів перетворення, що залишилися, в піднаборі в третьому

скануванні коефіцієнтів перетворення у відповідному піднаборі (174) і кодування знаку рівнів коефіцієнтів перетворення в піднаборі в четвертому скануванні коефіцієнтів перетворення у відповідному піднаборі (176).

5 ФІГ. 29 є блок-схемою, що ілюструє інший зразковий процес для сканування відображення значущості та рівня коефіцієнтів відповідно до піднаборів коефіцієнтів перетворення. У цьому прикладі кодування знаку рівнів коефіцієнтів перетворення (176) виконується до кодування рівнів (172, 174).

10 ФІГ. 30 є блок-схемою, що ілюструє зразковий процес для статистичного кодування, що використовує множинні ділянки. Запропонований спосіб кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими відео даними, в процесі кодування відео. Спосіб може бути виконаний кодером відео, таким як кодер 20 відео або декодер 30 відео на ФІГ. 4. Кодер відео може бути сконфігурований для кодування інформації, що вказує значущі коефіцієнти для множини коефіцієнтів перетворення, відповідно до порядку сканування (180), розділення закодованої інформації на першу ділянку і другу ділянку (182), статистичного кодування закодованої інформації в першій ділянці відповідно до першого набору контекстів, використовуючи адаптивне двійкове арифметичне кодування, основане на контексті (184), і статистичного кодування закодованої інформації у другій ділянці відповідно до другого набору контекстів, використовуючи контекстне адаптивне двійкове арифметичне кодування (186). В одному прикладі порядок сканування має обернений напрямок і шаблон діагонального сканування. Цей спосіб може також застосовуватися більш ніж до двох ділянок, причому кожна ділянка має набір контекстів.

Перша і друга ділянки можуть бути розділені декількома способами. В одному прикладі перша ділянка містить щонайменше компонент DC множини коефіцієнтів перетворення, і друга ділянка містить множину коефіцієнтів перетворення, що залишилася, не в першій ділянці.

25 В іншому прикладі перша ділянка містить всі коефіцієнти перетворення в ділянці, визначеній за допомогою $x+y < T$, де x є горизонтальною позицією коефіцієнта перетворення, y є вертикальною позицією коефіцієнта перетворення, і T є порогом. Перша ділянка може містити коефіцієнт DC. Друга ділянка містить множину коефіцієнтів перетворення, що залишилася, не в першій ділянці.

30 В іншому прикладі перша ділянка містить всі коефіцієнти перетворення в ділянці, визначеній за допомогою $x < T$ та $y < T$, де x є горизонтальною позицією коефіцієнта перетворення, y є вертикальною позицією коефіцієнта перетворення, і T є порогом. Друга ділянка містить множину коефіцієнтів перетворення, що залишилася, не в першій ділянці.

35 В іншому прикладі перша ділянка містить коефіцієнт DC, друга ділянка містить всі коефіцієнти перетворення (крім коефіцієнта DC) в ділянці, визначеній за допомогою $x < T$ та $y < T$, де x є горизонтальною позицією коефіцієнта перетворення, y є вертикальною позицією коефіцієнта перетворення, і T є порогом, і третя ділянка містить множину коефіцієнтів перетворення, що залишилася, не в першій ділянці або другій ділянці. В іншому прикладі друга і третя ділянки, описані вище, можуть використовувати один і той самий спосіб для одержання контекстів, але використовуються різні набори контексту для кожної ділянки.

40 В іншому прикладі перша ділянка включає в себе компонент DC і коефіцієнти перетворення в позиціях (1,0) та (0,1). Друга ділянка містить множину коефіцієнтів перетворення, що залишилася, не в першій ділянці.

45 В іншому прикладі перша ділянка містить тільки компонент DC множини коефіцієнтів перетворення, і друга ділянка містить множину коефіцієнтів перетворення, що залишилася.

В цілому, перший контекст для кожного коефіцієнта перетворення в першій ділянці оснований на позиції кожного коефіцієнта перетворення в першій ділянці, в той час як другий контекст для кожного коефіцієнта перетворення у другій ділянці оснований на закодованій інформації казуальних сусідів кожного коефіцієнта перетворення. У деяких прикладах другий контекст додатково оснований на позиції кожного коефіцієнта перетворення у другій ділянці. В іншому прикладі другий контекст для кожного коефіцієнта перетворення у другій ділянці оснований на закодованій інформації п'яти казуальних сусідів кожного коефіцієнта перетворення.

55 В одному або більше прикладах функції, описані в даному розкритті, можуть бути реалізовані в апаратному забезпеченні, програмному забезпеченні, програмно-апаратному забезпеченні або будь-якій їх комбінації. Якщо реалізовані в програмному забезпеченні, функції можуть бути виконані основаним на апаратному забезпеченні блоком обробки, таким як один або більше процесорів, які виконують програмне забезпечення в формі зчитуваних комп'ютером команд або коду. Такі команди або код можуть бути збережені на або передані по зчитуваному комп'ютером носію і виконані основаним на апаратному забезпеченні блоком

обробки. Зчитувані комп'ютером носії можуть включати в себе зчитувані комп'ютером запам'ятовуючі носії, які відповідають матеріальному нечасовому носію, такому як запам'ятовуючі носії даних або комунікаційні носії, що включають в себе будь-який носій, який полегшує передачу комп'ютерної програми від одного місця до іншого, наприклад, відповідно до протоколу зв'язку. Таким чином, зчитувані комп'ютером носії в цілому можуть відповідати (1) матеріальним зчитуваним комп'ютером запам'ятовуючим носіям, які є нечасовими, або (2) комунікаційному носію, такому як сигнал або несуча. Запам'ятовуючі носії даних можуть бути будь-якими доступними носіями, які можуть бути доступні за допомогою одного або більше комп'ютерів, або одного або більше процесорів, щоб відновити команди, код і/або структури даних для реалізації способів, описаних в даному розкритті. Комп'ютерний програмний продукт може включати в себе зчитуваний комп'ютером носій.

За допомогою прикладу, а не обмеження, такі зчитувані комп'ютером запам'ятовуючі носії можуть містити RAM, ROM, EEPROM, флеш-пам'ять, CD-ROM або будь-яку іншу твердотільну пам'ять, оптичні або магнітні запам'ятовуючі носії, що включають в себе запам'ятовуючий пристрій на оптичних дисках, або запам'ятовуючий пристрій на магнітних дисках або інші магнітні запам'ятовуючі пристрої, або будь-який інший носій, який може бути використаний, щоб зберігати бажаний програмний код в формі команд або структур даних, і який може бути доступним за допомогою комп'ютера. Крім того, будь-яке з'єднання належно називається зчитуваним комп'ютером носієм. Наприклад, якщо команди передаються від вебсайта, сервера або іншого віддаленого джерела, використовуючи коаксіальний кабель, волоконно-оптичний кабель, виту пару, абонентську цифрову лінію (DSL) або бездротові технології, такі як інфрачервоне випромінювання, радіо і мікрохвилі, то цей коаксіальний кабель, волоконно-оптичний кабель, вита пара, DSL або бездротові технології, такі як інфрачервоне випромінювання, радіо і мікрохвилі, включені у визначення носія. Однак повинне бути зрозуміло, що матеріальні зчитувані комп'ютером запам'ятовуючі носії і запам'ятовуючі носії даних не включають в себе з'єднання, несучі, сигнали або інші часові носії, але замість цього відносяться до нечасових, матеріальних запам'ятовуючих носіїв. Диск (disk) і диск (disc), як використовуються в даному описі, включають в себе компакт-диск (CD), лазерний диск, оптичний диск, універсальний цифровий диск (DVD), дискету і диск blue-ray, де диски (disks) звичайно відтворюють дані магнітним способом, в той час як диски (discs) відтворюють дані оптичним чином за допомогою лазерів. Комбінації вищезазначеного повинні бути також включені в поняття зчитуваних комп'ютером носіїв.

Команди можуть бути виконані одним або більше процесорами, такими як один або більше цифрових сигнальних процесорів (процесорів DSP), мікропроцесори загального призначення, спеціалізовані інтегральні схеми (схеми ASIC), програмовані користувачем вентильні матриці (матриці FPGA) або інші еквівалентні інтегральні або дискретні логічні схеми. Відповідно, термін «процесор», який використовується в даному описі, може відноситися до будь-якої вищезазначеної структури або будь-якої іншої структури, підходящої для реалізації способів, описаних в даному описі. Додатково, в деяких аспектах функціональні можливості, описані в даному описі, можуть бути забезпечені в спеціалізованих модулях апаратного забезпечення і/або програмного забезпечення, сконфігурованих для кодування і декодування, або вбудовані в комбінований кодек. Крім того, способи можуть бути повністю реалізовані в одній або більше схемах або логічних елементах.

Способи даного розкриття можуть бути виконані великою різноманітністю пристроїв або апаратур, що включають в себе настільні комп'ютери, портативні комп'ютери (тобто, ноутбук), планшетні комп'ютери, телевізійні приставки, телефонні трубки, такі як так звані смартфони, телевізори, камери, пристрої відображення, цифрові медіа плеєри, консолі для відео ігор тощо. В багатьох випадках такі пристрої можуть бути обладнані для бездротового зв'язку. Додатково такі способи можуть бути реалізовані інтегральною схемою (IC) або набором схем IC (наприклад, чіпсетом). Пристрій, сконфігурований для виконання способів даного розкриття, може включати в себе будь-який із згаданих вище пристроїв і, в деяких випадках, може бути кодером відео або декодером відео, або комбінованим відео кодеком, тобто, CODEC відео, який може бути сформований комбінацією апаратного забезпечення, програмного забезпечення і програмно-апаратного забезпечення. Різні компоненти, модулі або блоки можуть бути описані в даному розкритті, щоб підкреслити функціональні аспекти пристроїв, сконфігурованих для виконання розкритих способів, але не обов'язково вимагають реалізації різними блоками апаратного забезпечення. Замість цього, як описано вище, різні блоки можуть бути скомбіновані в блоці апаратного забезпечення кодека або забезпечені колекцією взаємодіючих блоків апаратного забезпечення, що включають в себе один або більше процесорів, як описано вище, разом з підходящим програмним забезпеченням і/або програмно-апаратним забезпеченням.

Були описані різні приклади. Ці та інші приклади потрапляють в обсяг наступної формули винаходу.

- Посилальні позиції
- 9 обернений діагональний шаблон
- 5 10 система кодування і декодування відео
- 12 пристрій-джерело
- 14 пристрій призначення
- 15 діагональне сканування
- 16 канал зв'язку
- 10 17 зигзагоподібне сканування
- 18 джерело відео
- 19 вертикальне сканування
- 20 кодер відео
- 21 горизонтальне сканування
- 15 22 модулятор/демодулятор
- 23 обернений зигзагоподібний шаблон для сканування
- 24 передавач
- 25 блок перетворення
- 26 приймач
- 20 27 прямий зигзагоподібний шаблон для сканування
- 28 модем
- 29 обернений зигзагоподібний шаблон
- 30 декодер відео
- 31 обернений вертикальний шаблон
- 25 32 пристрій відображення
- 33 обернений горизонтальний шаблон
- 34 запам'ятовуючий носій
- 36 файловий сервер
- 40 модуль вибору режиму
- 30 42 модуль оцінки руху
- 44 модуль компенсації руху
- 46 модуль внутрішнього прогнозування
- 50 суматор
- 52 модуль перетворення
- 35 54 модуль квантування
- 56 модуль статистичного кодування
- 58 модуль оберненого квантування
- 60 модуль оберненого перетворення
- 62 суматор
- 40 64 буфер опорних кадрів
- 70 модуль статистичного декодування
- 72 модуль компенсації руху
- 74 модуль внутрішнього прогнозування
- 76 модуль оберненого квантування
- 45 78 модуль оберненого перетворення
- 82 буфер опорних кадрів
- 80 суматор
- 90 модуль вибору порядку сканування і контексту
- 92 модуль сканування 2D-в-1D
- 50 94 механізм статистичного кодування
- 96 пам'ять порядку сканування
- 100 модуль вибору порядку сканування і контексту
- 102 модуль сканування 1D-в-2D
- 104 механізм статистичного декодування
- 55 106 пам'ять порядку сканування.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими відеоданими в процесі кодування відео, причому спосіб включає:

кодування інформації, що вказує значущі коефіцієнти для множини коефіцієнтів перетворення згідно з порядком сканування; і

кодування інформації, що вказує рівні значущих коефіцієнтів множини коефіцієнтів перетворення згідно із згаданим порядком сканування,

5 причому згаданий порядок сканування включає в себе як шаблон сканування, так і напрямок сканування.

2. Спосіб за п. 1, в якому процес кодування відео використовує контекстне адаптивне двійкове арифметичне кодування (CABAC).

3. Спосіб за п. 1, в якому множина коефіцієнтів перетворення скомпонована в блоці.

10 4. Спосіб за п. 1, в якому порядок сканування включає напрямок сканування, і в якому напрямок сканування є зворотним напрямком сканування, що здійснюється від коефіцієнтів більш високої частоти у множині коефіцієнтів перетворення до коефіцієнтів більш низької частоти у множині коефіцієнтів перетворення.

15 5. Спосіб за п. 1, в якому порядок сканування містить шаблон сканування, і в якому шаблон сканування містить один з субблокового шаблону, діагонального шаблону, зигзагоподібного шаблону, горизонтального шаблону або вертикального шаблону.

6. Спосіб за п. 2, який додатково містить:

визначення контекстів для кодування рівнів значущих коефіцієнтів для множини піднаборів значущих коефіцієнтів, при цьому кожний з множини піднаборів містить один або більше

20 коефіцієнтів, сканованих згідно з порядком сканування.

7. Спосіб за п. 6, який додатково містить:

виведення першого контексту для першого блока коефіцієнтів перетворення, причому перший блок має перший розмір, згідно з критеріями виведення контексту; і

25 виведення другого контексту для другого блока коефіцієнтів перетворення, причому другий блок має другий, відмінний розмір, згідно з тими самими критеріями виведення контексту, що і перший блок.

8. Спосіб за п. 6, який додатково містить виведення контекстів для кодування рівнів значущих коефіцієнтів множини блоків даних відео, в якому критерії виведення контексту, що використовуються для виведення контекстів, є однаковими для всіх з множини блоків даних

30 відео незалежно від розміру конкретного блока.

9. Спосіб за п. 6, який додатково містить вибір різних наборів контекстів для різних піднаборів коефіцієнтів, на основі того, чи містять відповідні піднабори DC-коефіцієнт коефіцієнтів перетворення.

10. Спосіб за п. 6, який додатково містить вибір різних наборів контекстів для різних піднаборів коефіцієнтів, на основі зваженої кількості значущих коефіцієнтів в інших попередніх піднаборах

35 коефіцієнтів.

11. Спосіб за п. 6, який додатково містить вибір різних наборів контекстів для різного піднабору коефіцієнтів на основі кількості значущих коефіцієнтів у поточному піднаборі.

12. Спосіб за п. 6, який додатково містить вибір унікального набору контекстів для піднабору,

40 що містить останній значущий коефіцієнт.

13. Система, яка конфігурується для кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими відеоданими в процесі кодування відео, причому система містить:

45 процесор кодування відео, сконфігурований для кодування інформації, що вказує значущі коефіцієнти для множини коефіцієнтів перетворення згідно з порядком сканування, і додатково сконфігурований для кодування інформації, що вказує рівні значущих коефіцієнтів для множини коефіцієнтів перетворення згідно із згаданим порядком сканування,

причому згаданий порядок сканування включає в себе як шаблон сканування, так і напрямок сканування.

14. Система за п. 13, в якій процесор кодування відео використовує контекстне адаптивне двійкове арифметичне кодування (CABAC), щоб кодувати інформацію, що вказує значущі

50 коефіцієнти, і кодувати інформацію, що вказує рівні значущих коефіцієнтів.

15. Система за п. 13, в якій множина коефіцієнтів перетворення скомпонована в блоці.

16. Система за п. 13, в якій порядок сканування містить напрямок сканування, і в якій напрямок сканування є зворотним напрямком сканування коефіцієнтів, що здійснюється від коефіцієнтів

55 більш високої частоти у множині коефіцієнтів перетворення до коефіцієнтів більш низької частоти в цій множині коефіцієнтів перетворення.

17. Система за п. 13, в якій порядок сканування містить шаблон сканування, і при цьому шаблон сканування містить один з субблокового шаблону, діагонального шаблону, зигзагоподібного шаблону, горизонтального шаблону або вертикального шаблону.

18. Система за п. 14, в якій процесор кодування відео додатково сконфігурований для визначення контекстів для кодування рівнів значущих коефіцієнтів для множини піднаборів значущих коефіцієнтів, при цьому кожний з множини піднаборів містить один або більше коефіцієнтів, сканованих згідно з порядком сканування.

5 19. Система за п. 18, в якій процесор кодування відео додатково сконфігурований для виведення першого контексту для першого блока коефіцієнтів перетворення, причому перший блок має перший розмір згідно з критеріями виведення контексту, і при цьому модуль кодування відео додатково сконфігурований для виведення другого контексту для другого блока коефіцієнтів перетворення, причому другий блок має другий, відмінний розмір, згідно з тими
10 самими критеріями виведення контексту, що і перший блок.

20. Система за п. 18, в якій процесор кодування відео додатково сконфігурований для виведення контекстів для кодування рівнів значущих коефіцієнтів множини блоків даних відео, при цьому критерії виведення контексту, що використовуються для виведення контекстів, є однаковими для всіх з множини блоків даних відео незалежно від розміру конкретного блока.

15 21. Система за п. 18, в якій процесор кодування відео додатково сконфігурований для вибору різних наборів контекстів для різних піднаборів коефіцієнтів, на основі того, чи містять відповідні піднабори DC-коефіцієнт коефіцієнтів перетворення.

22. Система за п. 18, в якій процесор кодування відео додатково сконфігурований для вибору різних наборів контекстів для різних піднаборів коефіцієнтів, на основі зваженої кількості значущих коефіцієнтів в інших попередніх піднаборах цих коефіцієнтів.

20 23. Система за п. 18, в якій процесор кодування відео додатково сконфігурований для вибору різних наборів контекстів для відмінного піднабору коефіцієнтів на основі кількості значущих коефіцієнтів у поточному піднаборі.

24. Система за п. 18, в якій процесор кодування відео додатково сконфігурований для вибору унікального набору контекстів для піднабору, що містить останній значущий коефіцієнт.

25 25. Система за п. 13, в якій процесор кодування відео є частиною кодера відео.

26. Система для кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими відеоданими в процесі кодування відео, причому система містить:

30 засіб для кодування інформації, що вказує значущі коефіцієнти множини коефіцієнтів перетворення згідно з порядком сканування; і

засіб для кодування інформації, що вказує рівні значущих коефіцієнтів для множини коефіцієнтів перетворення згідно із згаданим порядком сканування, причому згаданий порядок сканування включає в себе як шаблон сканування, так і напрямок сканування.

35 27. Система за п. 26, в якій кожний засіб для кодування використовує контекстне адаптивне двійкове арифметичне кодування (CABAC).

28. Система за п. 26, в якій множина коефіцієнтів перетворення скомпонована в блоці.

29. Система за п. 28, в якій порядок сканування містить напрямок сканування, і при цьому
40 напрямок сканування є зворотним напрямком сканування, що здійснюється від коефіцієнтів більш високої частоти у множині коефіцієнтів перетворення до коефіцієнтів більш низької частоти в згаданій множині коефіцієнтів перетворення.

30. Система за п. 28, в якій порядок сканування містить шаблон сканування, і в якій шаблон сканування містить один з суб-блокового шаблону, діагонального шаблону, зигзагоподібного шаблону, горизонтального шаблону або вертикального шаблону.

45 31. Система за п. 26, яка додатково містить:

засіб для визначення контекстів для кодування рівнів значущих коефіцієнтів для множини піднаборів значущих коефіцієнтів, при цьому кожний з множини піднаборів містить один або більше коефіцієнтів, сканованих згідно з порядком сканування.

32. Система за п. 31, яка додатково містить:

50 засіб для виведення першого контексту для першого блока коефіцієнтів перетворення, причому перший блок має перший розмір, згідно з критеріями виведення контексту; і

засіб для виведення другого контексту для другого блока коефіцієнтів перетворення, причому другий блок має другий, відмінний розмір, згідно з тими самими критеріями виведення контексту, що і перший блок.

55 33. Система за п. 31, яка додатково містить засіб для виведення контекстів для кодування рівнів значущих коефіцієнтів множини блоків даних відео, при цьому критерії виведення контексту, що використовуються для виведення контекстів, є однаковими для всіх з множини блоків даних відео незалежно від розміру конкретного блока.

34. Система за п. 31, яка додатково містить:

засіб для вибору різних наборів контекстів для різних піднаборів коефіцієнтів, на основі того, чи містять відповідні піднабори DC-коефіцієнт коефіцієнтів перетворення.

35. Система за п. 31, яка додатково містить:

засіб для вибору різних наборів контекстів для різних піднаборів коефіцієнтів на основі зваженої кількості значущих коефіцієнтів в інших попередніх піднаборах коефіцієнтів.

36. Система за п. 31, яка додатково містить засіб для вибору різних наборів контекстів для різного піднабору коефіцієнтів на основі кількості значущих коефіцієнтів у поточному піднаборі.

37. Система за п. 31, яка додатково містить засіб для вибору унікального набору контекстів для піднабору, що містить останній значущий коефіцієнт.

38. Зчитуваний комп'ютером носій даних, що має збережені на ньому інструкції, які, коли виконуються, змушують процесор пристрою для кодування множини коефіцієнтів перетворення, асоційованих із залишковими відеоданими, в процесі кодування відео, щоб:

кодувати інформацію, що вказує значущі коефіцієнти для множини коефіцієнтів перетворення згідно з порядком сканування; і

кодувати інформацію, що вказує рівні значущих коефіцієнтів для множини коефіцієнтів перетворення згідно із згаданим порядком сканування, причому згаданий порядок сканування включає в себе як шаблон сканування, так і напрямок сканування.

39. Зчитуваний комп'ютером носій даних за п. 38, в якому інструкції для кодування використовують контекстне адаптивне двійкове арифметичне кодування (CABAC).

40. Зчитуваний комп'ютером носій даних за п. 38, в якому множина коефіцієнтів перетворення скомпонована в блоці.

41. Зчитуваний комп'ютером носій даних за п. 40, в якому порядок сканування містить напрямок сканування, і в якому напрямок сканування є зворотним напрямком сканування, здійснюваним від коефіцієнтів більш високої частоти у множині коефіцієнтів перетворення до коефіцієнтів більш низької частоти у множині коефіцієнтів перетворення.

42. Зчитуваний комп'ютером носій даних за п. 40, в якому порядок сканування містить шаблон сканування, і при цьому шаблон сканування містить один з субблокового шаблону, діагонального шаблону, зигзагоподібного шаблону, горизонтального шаблону або вертикального шаблону.

43. Зчитуваний комп'ютером носій даних за п. 38, який додатково змушує процесор визначати контексти для кодування рівнів значущих коефіцієнтів для множини піднаборів значущих коефіцієнтів, при цьому кожний з множини піднаборів містить один або більше коефіцієнтів, сканованих згідно з порядком сканування.

44. Зчитуваний комп'ютером носій даних за п. 43, який додатково змушує процесор: виводити перший контекст для першого блока коефіцієнтів перетворення, причому перший блок має перший розмір згідно з критеріями виведення контексту; і

виводити другий контекст для другого блока коефіцієнтів перетворення, причому другий блок має другий, відмінний розмір, згідно з тими самими критеріями виведення контексту, що і перший блок.

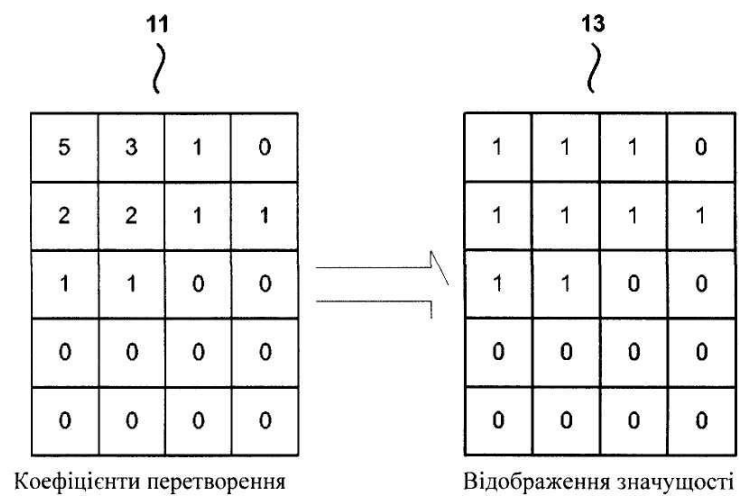
45. Зчитуваний комп'ютером носій даних за п. 43, який додатково змушує процесор: виводити контексти для кодування рівнів значущих коефіцієнтів з множини блоків даних відео, при цьому критерії виведення контексту, що використовуються для виведення контекстів, є однаковими для всіх з множини блоків даних відео незалежно від розміру конкретного блока.

46. Зчитуваний комп'ютером носій даних за п. 43, який додатково змушує процесор: вибирати різні набори контекстів для різних піднаборів коефіцієнтів, на основі того, чи містять відповідні піднабори DC-коефіцієнт коефіцієнтів перетворення.

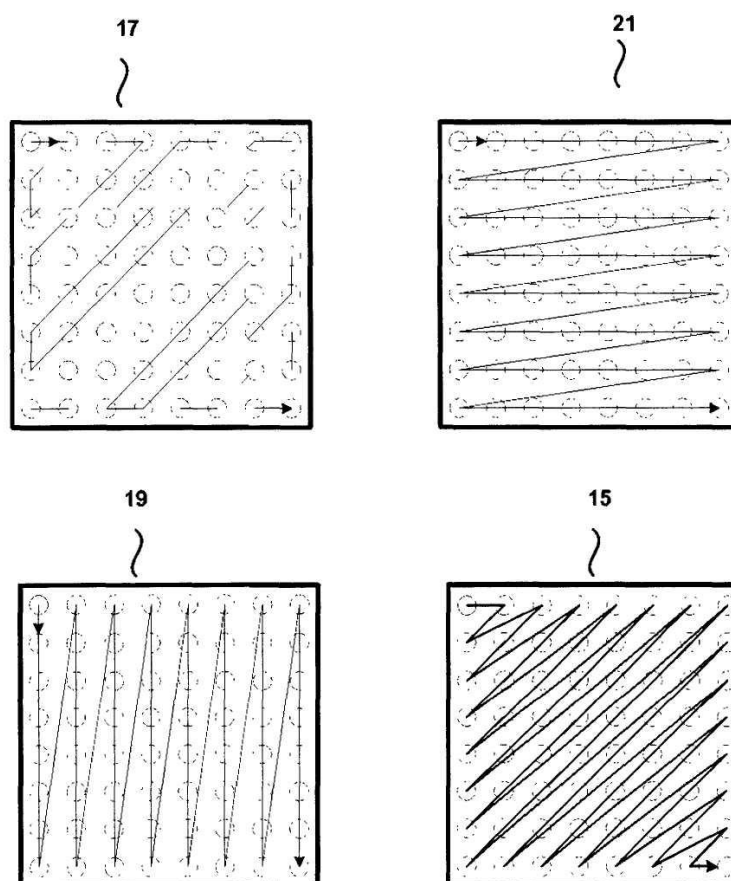
47. Зчитуваний комп'ютером носій даних за п. 43, який додатково змушує процесор: вибирати різні набори контекстів для різних піднаборів коефіцієнтів, на основі зваженої кількості значущих коефіцієнтів в інших попередніх піднаборах коефіцієнтів.

48. Зчитуваний комп'ютером носій даних за п. 43, який додатково змушує процесор: вибирати різні набори контекстів для відмінного піднабору коефіцієнтів на основі кількості значущих коефіцієнтів у поточному піднаборі.

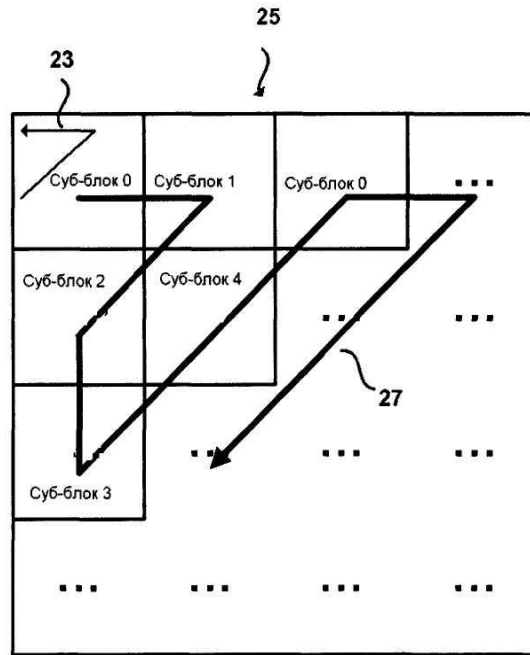
49. Зчитуваний комп'ютером носій даних за п. 43, який додатково змушує процесор: вибирати унікальний набір контекстів для піднабору, що містить останній значущий коефіцієнт.



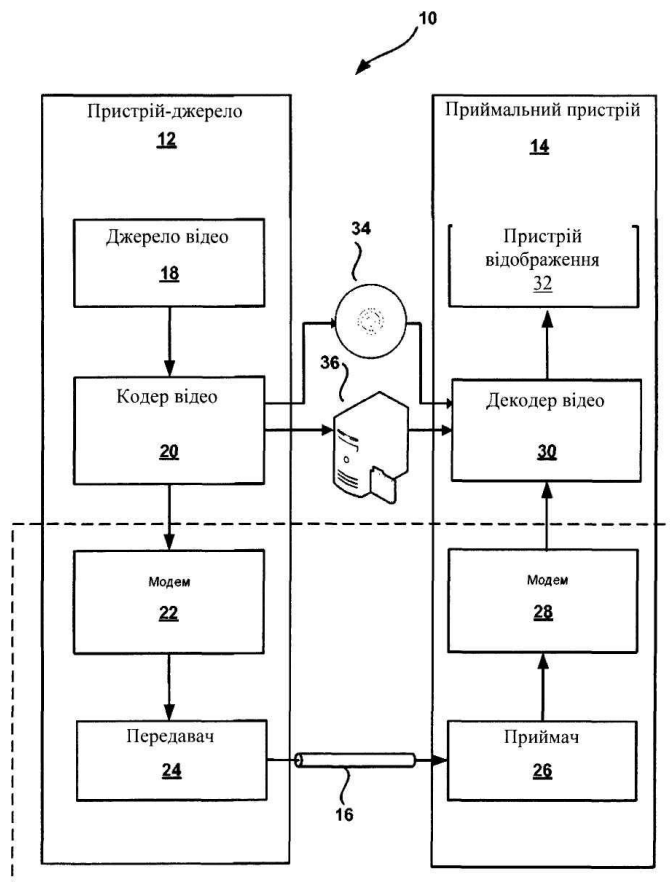
Фіг. 1



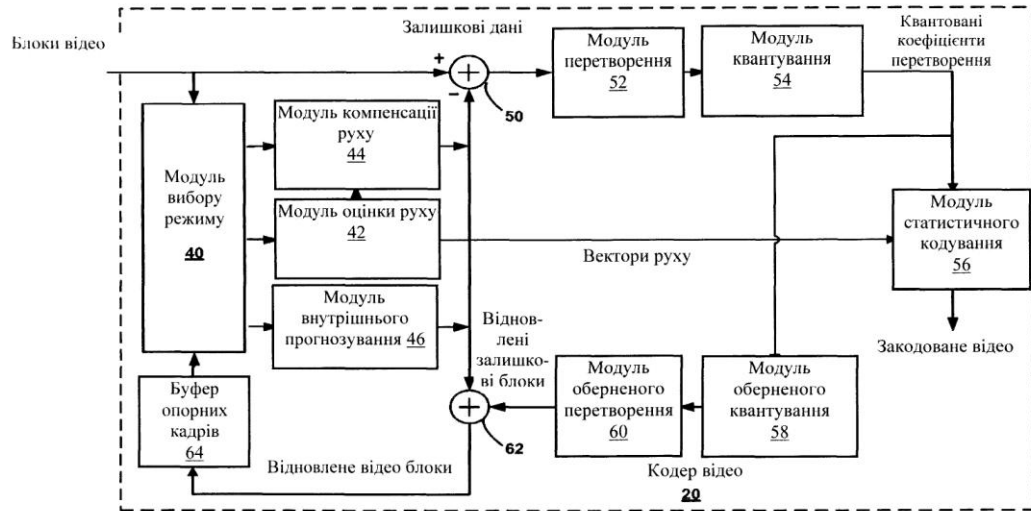
Фіг. 2



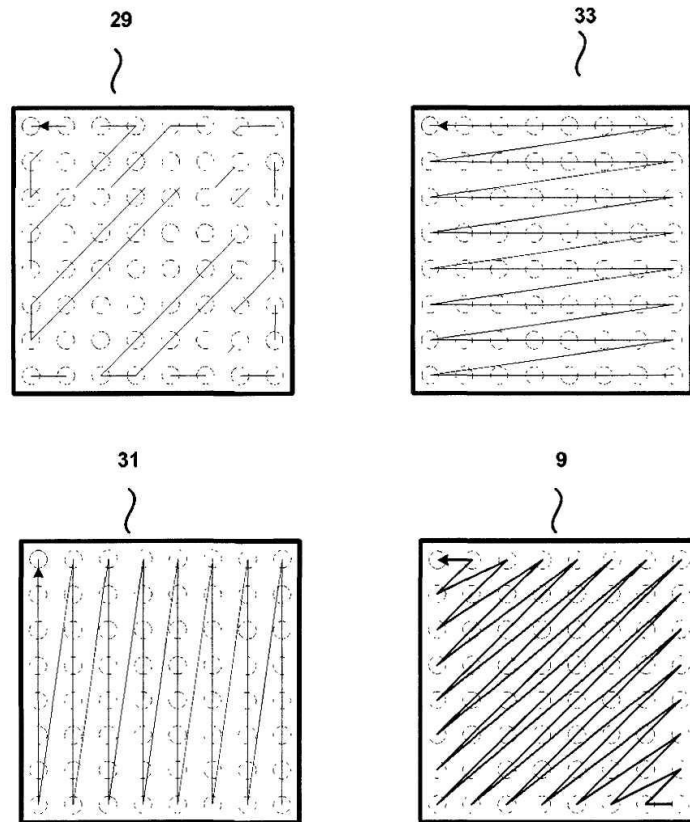
Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6

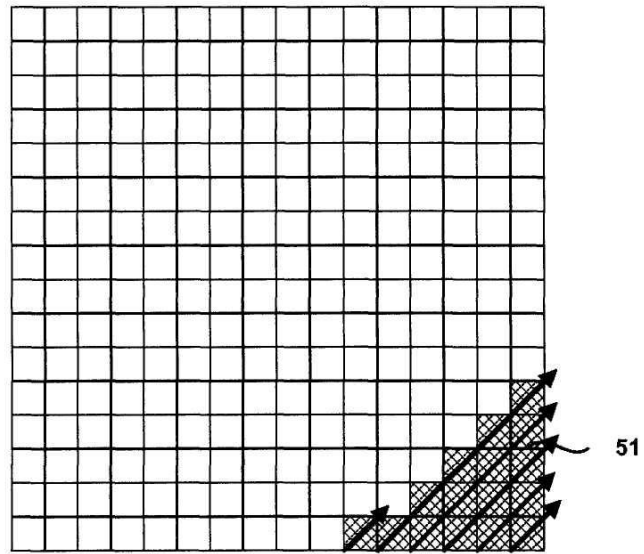


Fig. 7

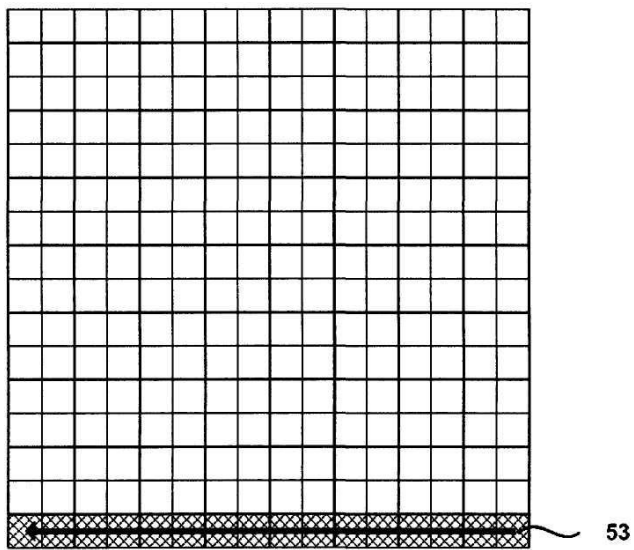


Fig. 8

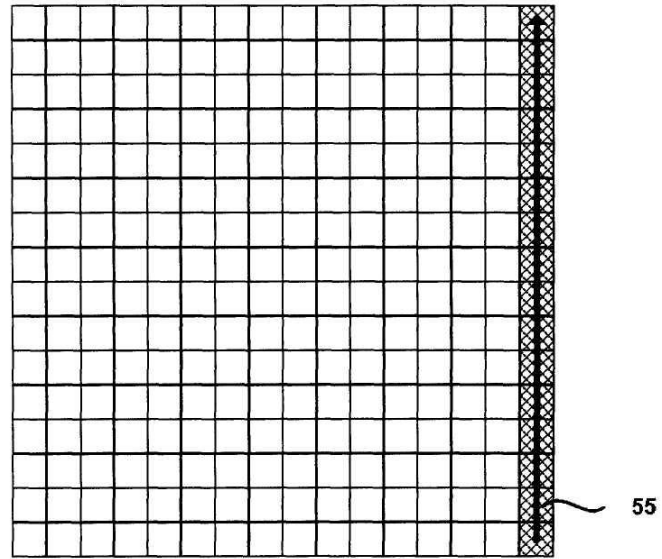


Fig. 9

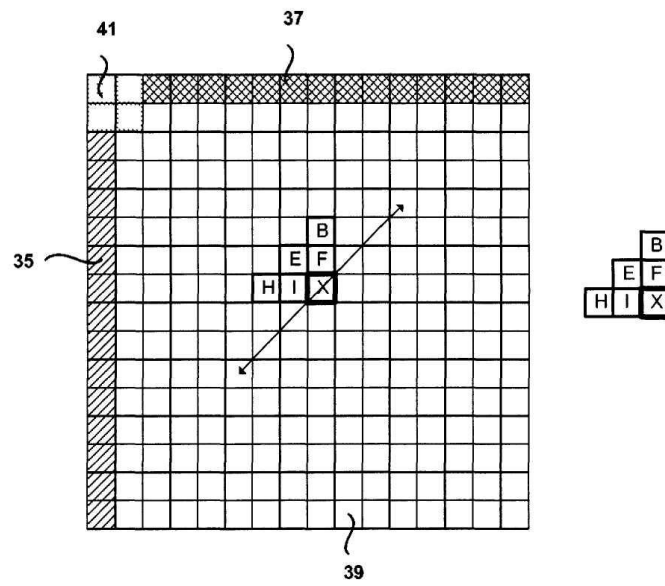


Fig. 10

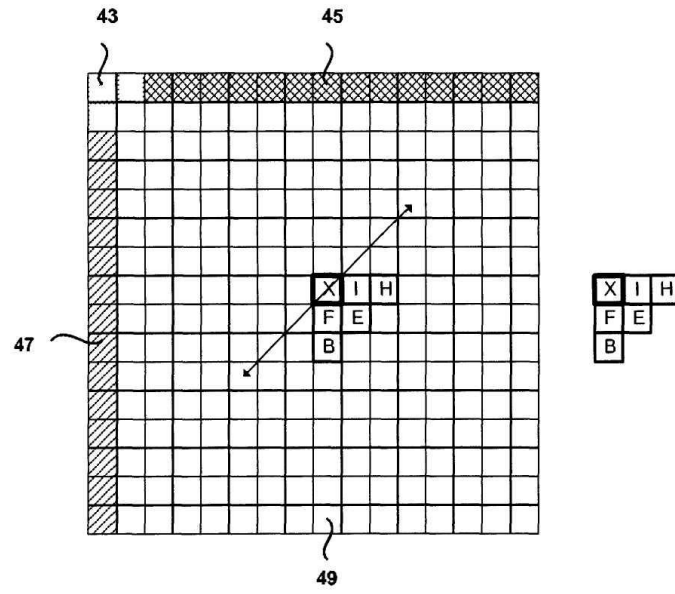


Fig. 11

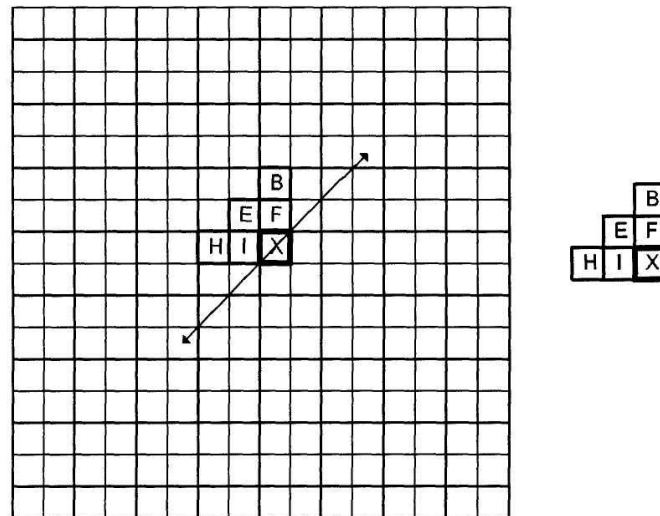
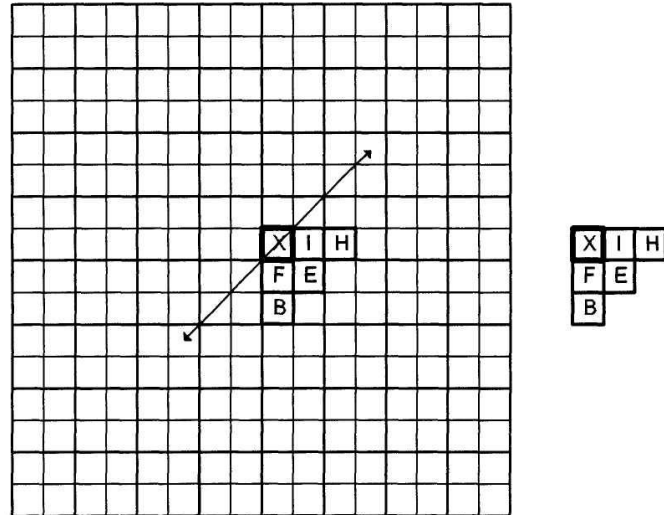
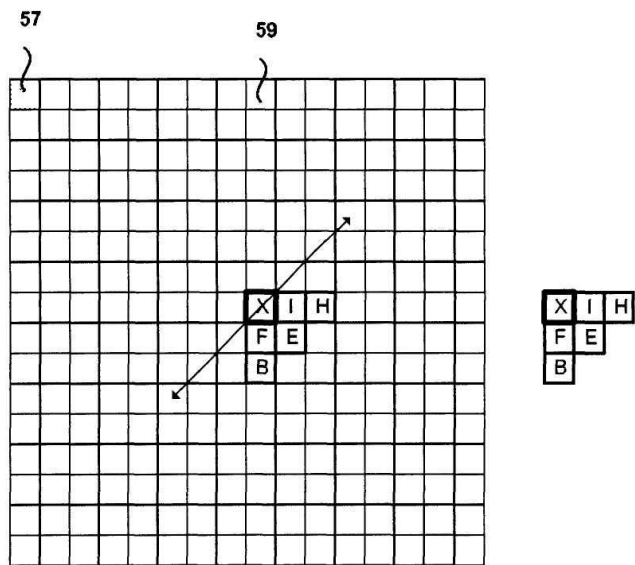


Fig. 12



Фиг. 13



Фиг. 14

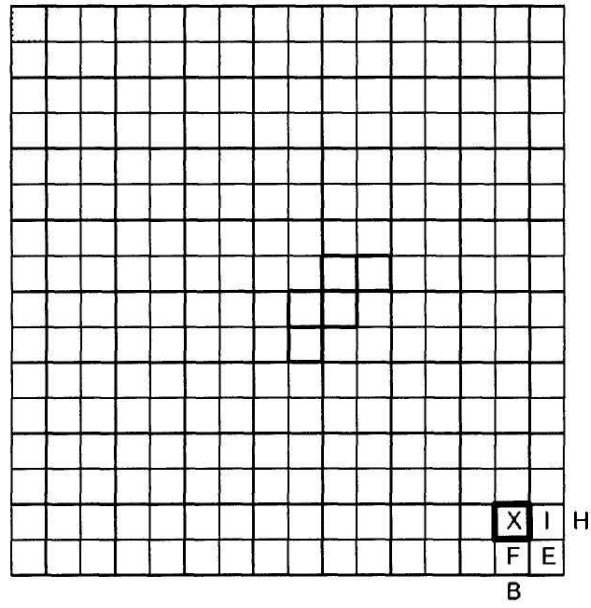


Fig. 15

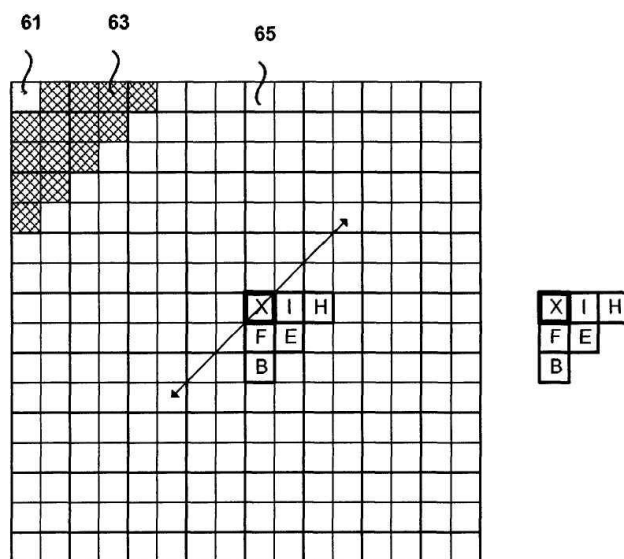


Fig. 16

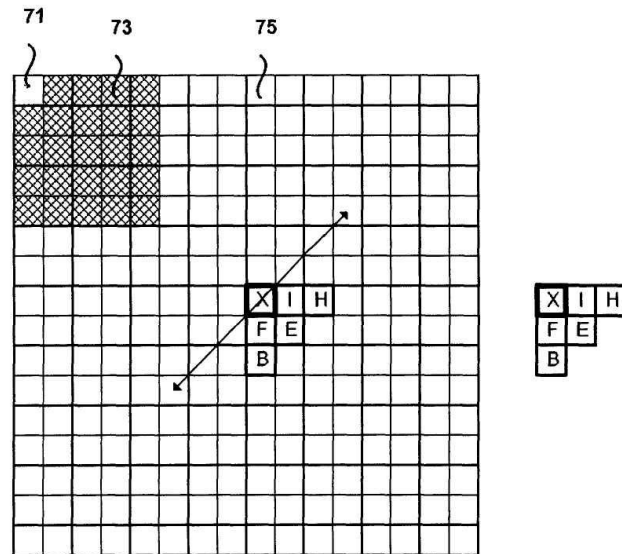


Fig. 17

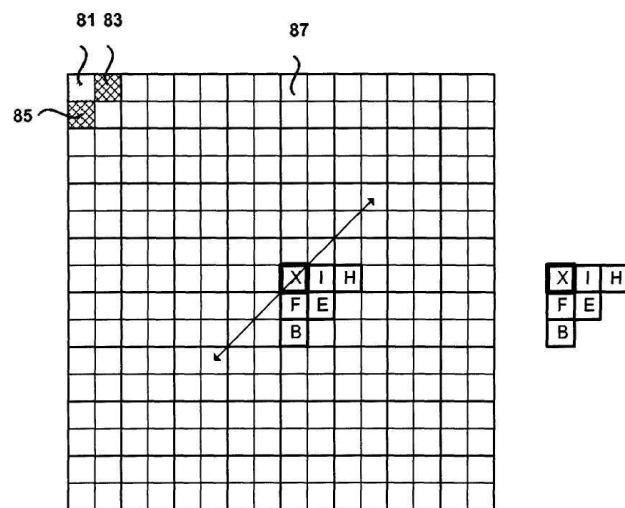
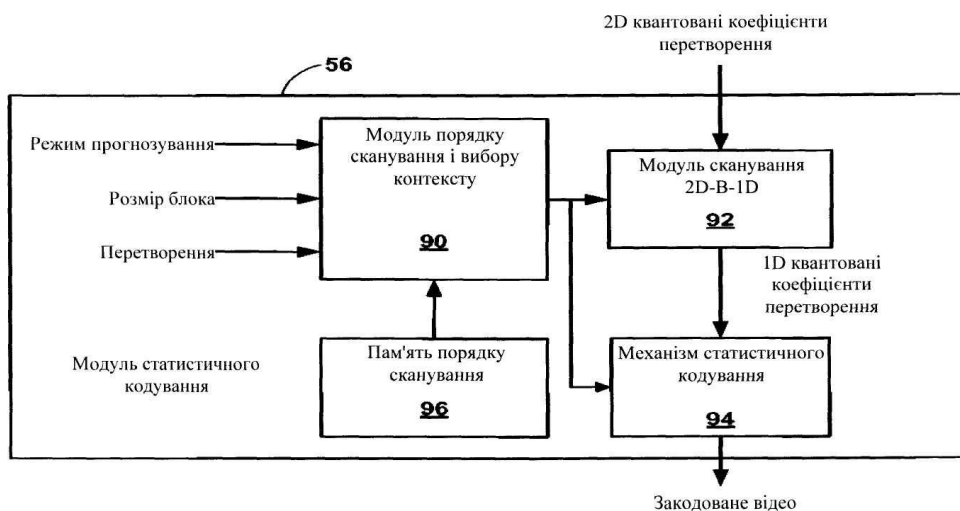
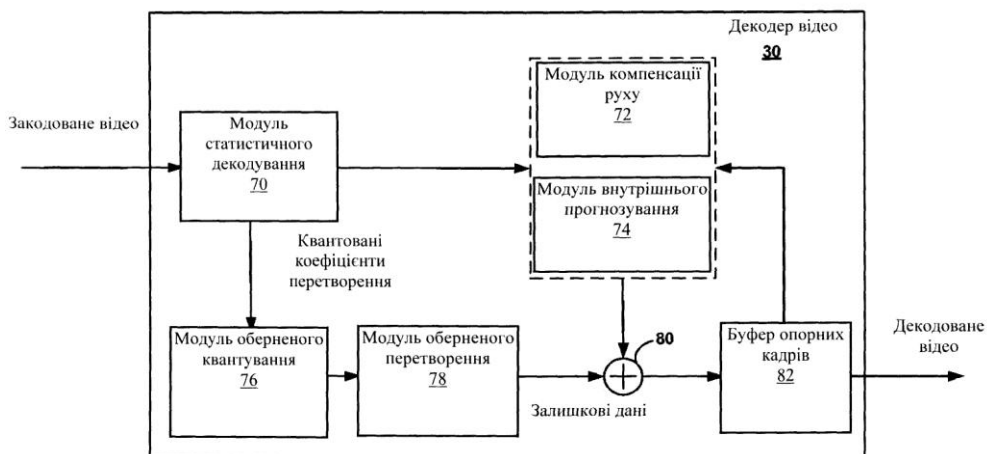


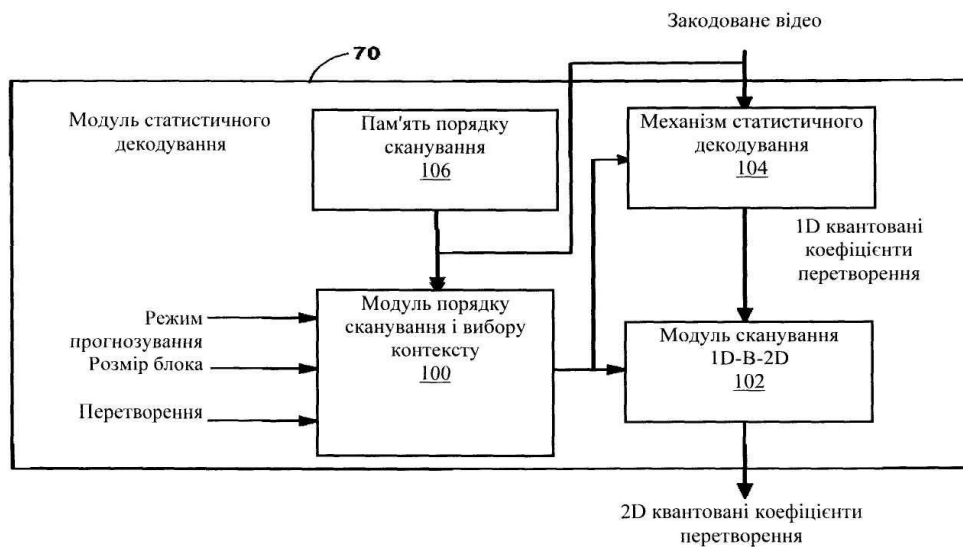
Fig. 18



Фіг. 19



Фіг. 20



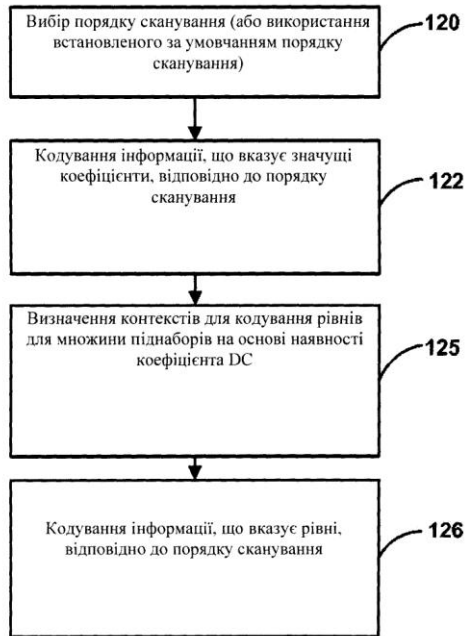
Фіг. 21



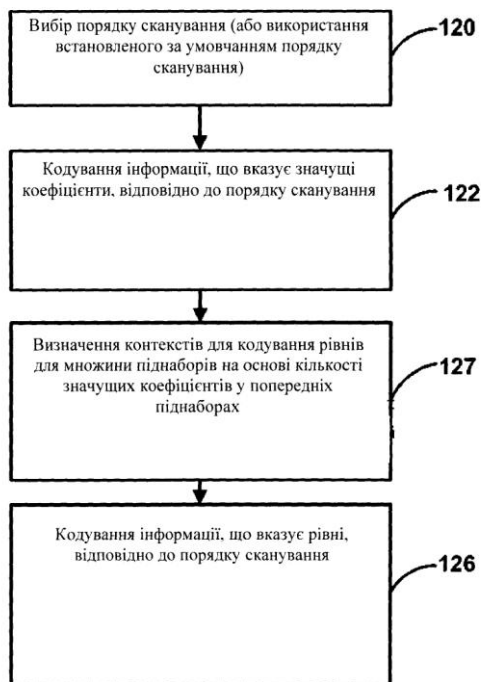
Фіг. 22



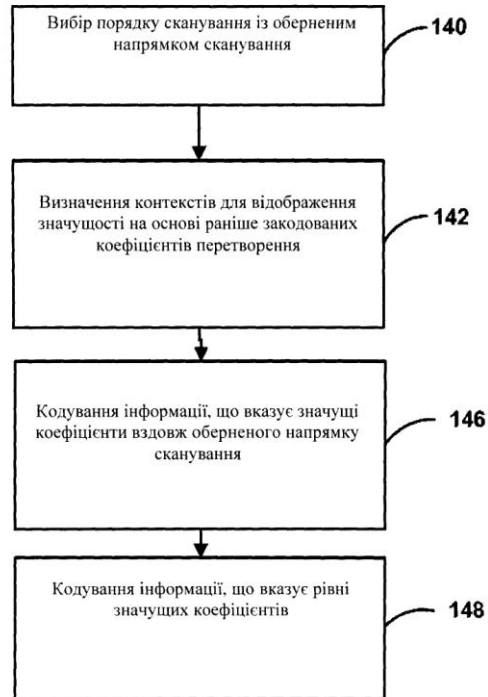
Фіг. 23



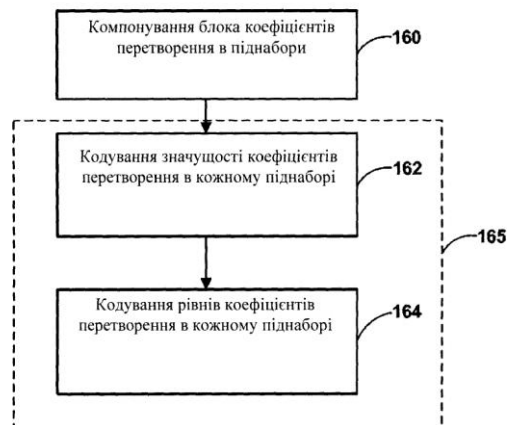
Фіг. 24



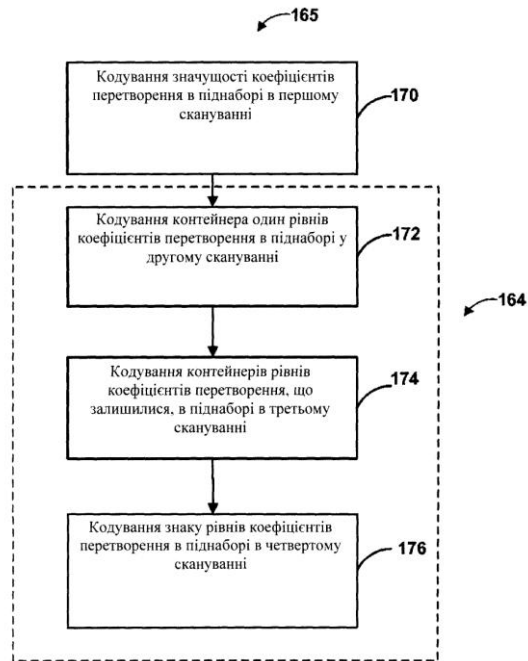
Фіг. 25



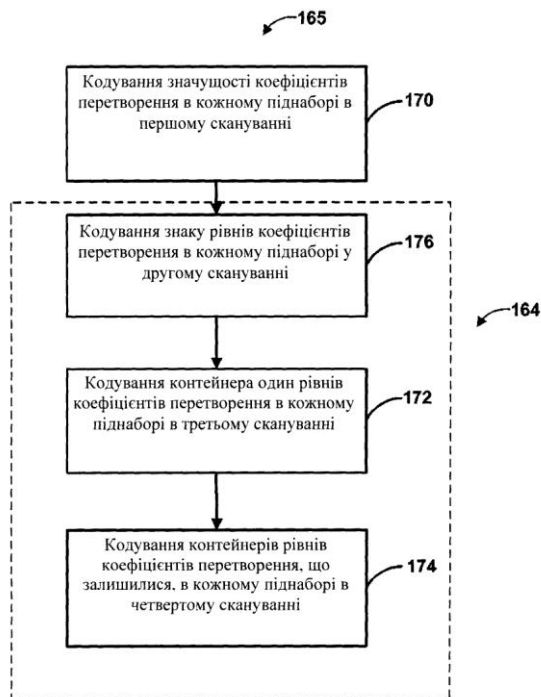
Фіг. 26



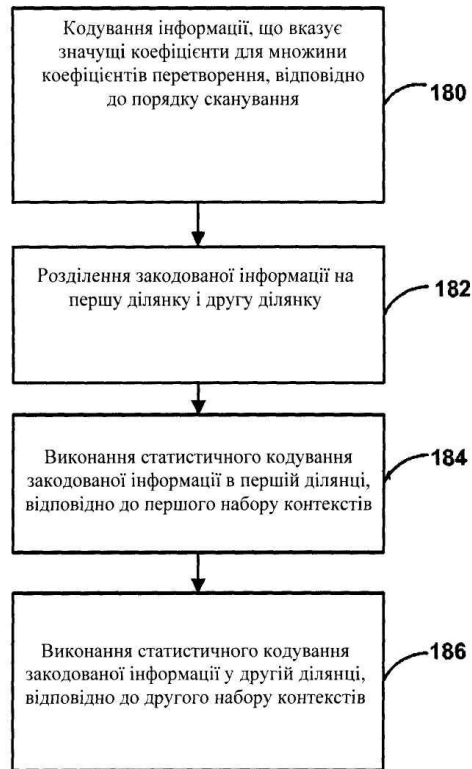
Фіг. 27



Фіг. 28



Фіг. 29



Фіг. 30