



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 129290

(13) C2

(51) МПК

H04N 19/117 (2014.01)

H04N 19/122 (2014.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**(21)** Номер заявки: **a 2021 04242****(22)** Дата подання
заявки: **20.12.2019****(24)** Дата, з якої є
чинними права
інтелектуальної
власності: **13.03.2025****(31)** Номер
попередньої
заявки
відповідно до
Парижської
конвенції: **62/784,319****(32)** Дата подання
попередньої
заявки
відповідно до
Парижської
конвенції: **21.12.2018****(33)** Код держави-
учасниці
Парижської
конвенції, до
якої подано
попередню
заявку: **US****(41)** Публікація
відомостей про
заявку: **15.09.2021, Бюл.№ 37****(46)** Публікація
відомостей про
державну
реєстрацію: **12.03.2025, Бюл.№ 11****(86)** Номер та дата
подання
міжнародної
заявки, поданої
відповідно до
Договору РСТ **PCT/RU2019/050251,
20.12.2019****(72)** Винахідник(и):**Руфіцький Васілій Алексєєвич (CN),****Чен Цзянле (US),****Філіппов Алексєй Константінович (CN)****(73)** Володілець (володільці):**ХУАВЕЙ ТЕКНОЛОДЖИЗ КО., ЛТД.,****Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District,
Shenzhen, Guangdong 518129, China (CN)****(74)** Представник:**Бочаров Максим Анатолійович, реєстр. №367****(56)** Перелік документів, взятих до уваги експертизою:

US 2014/0161189 A1, 12.06.2014

US 2015/023405 A1, 22.01.2015

US 2018/0262756 A1, 13.09.2018

US 2016/0014425 A1, 14.01.2016

VAN DER AUWERA (QUALCOMM) G ET AL: "CE3: Intra
reference sample interpolation filter selection using MDIS
conditions (Test 3.1.2)", 12. JVET MEETING; 20181003-
20181012; MACAO; (THE JOINT VIDEO EXPLORATION TEAM
OF ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 AND ITU-T SG.16), no. JVET-
L0324, XP 030194317, Retrieved from the Internet:URL: [http://phenix.int-](http://phenix.int-evry.fr/jvet/doc_end_user/documents/12_Macao/wg11/JVET-L0324-v2.zip)[evry.fr/jvet/doc_end_user/documents/12_Macao/wg11/JVET-](http://phenix.int-evry.fr/jvet/doc_end_user/documents/12_Macao/wg11/JVET-L0324-v2.zip)[L0324-v2.zip](http://phenix.int-evry.fr/jvet/doc_end_user/documents/12_Macao/wg11/JVET-L0324-v2.zip) JVET-L-0324_v2.docx.FILIPPOV (HUAWEI) A ET AL: "Non-CE3: LUT-free interpolation
filters for intra prediction", 13. JVET MEETING; 20190109-
20190118; MARRAKECH; (THE JOINT VIDEO EXPLORATION
TEAM OF ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 AND ITU-T SG.16), no.JVET-M0158, XP030202203, URL: [http://phenix.int-](http://phenix.int-evry.fr/jvet/doc_end_user/documents/13_Marrakech/wg11/JVET-M0158-v3.zip)[evry.fr/jvet/doc_end_user/documents/13_Marrakech/wg11/JVET-](http://phenix.int-evry.fr/jvet/doc_end_user/documents/13_Marrakech/wg11/JVET-M0158-v3.zip)[M0158-v3.zip](http://phenix.int-evry.fr/jvet/doc_end_user/documents/13_Marrakech/wg11/JVET-M0158-v3.zip) JVET-M0158_v3.docx**(54) СПОСІБ І АПАРАТ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО ФІЛЬТРУВАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗНОГО КОДУВАННЯ****(57)** Реферат:

Даний винахід стосується інтра- або інтерпрогнозування для кодування і декодування відео. З цією метою апарат і способи отримують опорний зразок і значення субпіксельного зміщення. Субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр використовується для фільтрування опорного зразка для отримання значення прогнозного зразка. Фільтрові коефіцієнти c_0 , c_1 , c_2 , і

c_3 субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра задовольняють $c_0 = 16 - \frac{p}{2}$,

UA 129290 C2

$c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2}$, $c_2 = 16 + \frac{p}{2}$, $c_3 = \frac{p}{2}$, де p є дрібною часткою значення субпиксельного зміщення.

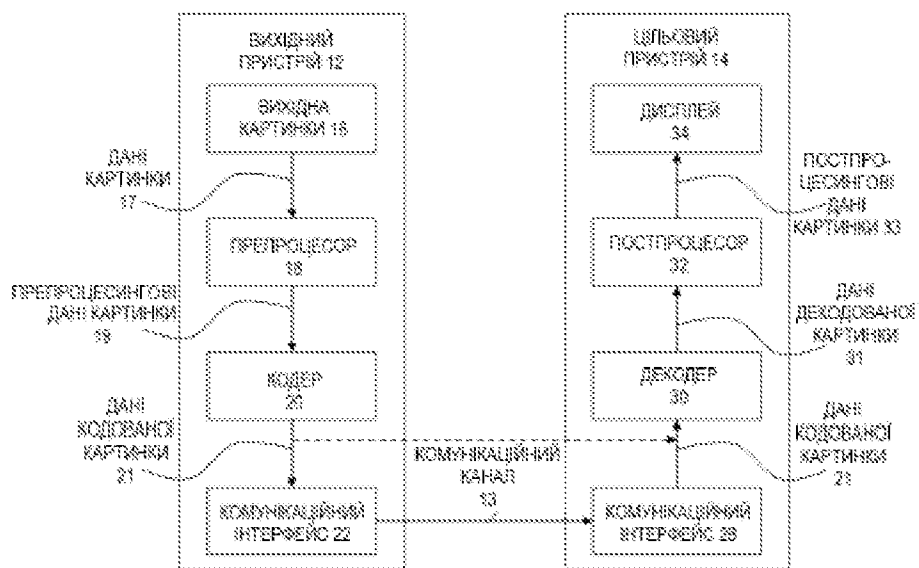


Fig. 1A

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ

Варіанти здійснення даної заявки (розкриття) загалом стосується галузі процесингу картини, а точніше - кодування і декодування зображення і/або відео і зокрема, способу і апарату для інтра- (інтер-) прогнозування.

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

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

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

СУТЬ ВИНАХОДУ

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

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

Варіанти винаходу визначаються особливостями незалежних пунктів, а додаткові переважні втілення варіантів - особливостями залежних пунктів формули.

Згідно з аспектом даного розкриття пропонується спосіб для інтра- або інтер-прогнозного процесингу відеокадру, який включає етапи з: отримання опорного зразка; отримання значення субпіксельного зміщення; і фільтрування, використовуючи субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, опорного зразка для отримання значення прогнозного зразка, причому фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра задовольняють:

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_2 = 16 + \frac{p}{2}$$

$$c_3 = \frac{p}{2},$$

де p є дрібною частиною значення субпіксельного зміщення, і c_0 , c_1 , c_2 , і c_3 є фільтровими коефіцієнтами субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра.

У одному зразковому втіленні опорні зразки можуть позначатися як $ref[x]$, де

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

відповідають масиву опорних зразків, а " p " стосується x -у двовимірного масива $p[x][y]$, який містить значення зразка. Кількість використаних опорних зразків може становити, щонайменше, один. В ще одному прикладі кількість опорних зразків може становити чотири.

В одному зразковому втіленні отримане значення субпіксельного зміщення може позначатися як

$(y + 1 + refIdx) * intraPredAngle$,

де " $intraPredAngle$ " є значенням кута інтрапрогнозування.

В одному зразковому втіленні значення прогнозного зразка " $predSamples[x][y]$ " можна здобути за допомогою

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

де $fT[i]$ позначається як фільтрові коефіцієнти. Ці коефіцієнти можуть бути фільтровими
5 коефіцієнтами яскравості або кольоровості для інтерпрогнозування, які відповідно
позначаються як fG і fC .

Вибір того, якими є фільтрові коефіцієнти - яскравості або кольоровості - можна втілити,
використовуючи і встановлюючи показник "filterFlag", наприклад, як

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

10

де

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

Значення "31" стосується дрібної частини значення субпіксельного зміщення в може
приймати інші значення, які відрізняються від "31". Значення фільтрових коефіцієнтів fG
(яскравості) і/або fC (кольоровості) можна отримати аналітично "на льоту", використовуючи
15 вищевказаний аналітичний вираз для фільтрових коефіцієнтів 4-відвідного фільтра. Таким
чином, фільтрові коефіцієнти визначаються згідно зі значенням субпіксельного зміщення.

Відповідно, фільтрові коефіцієнти отримуються, не підключаючи відповідні значення
фільтрових коефіцієнтів з пошукової таблиці (look-up table, LUT), а переважно отримуються за
допомогою обчислення.

20

Альтернативно, фільтрові коефіцієнти можна обчислити, використовуючи вищенаведені
формули, а значення можна зберігати в LUT.

Згідно з аспектом даного розкриття, фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного
інтерполяційного фільтра визначаються у таблиці наступним чином:

p	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
0	16	32	16	0
1	16	32	16	0
2	15	31	17	1
3	15	31	17	1
4	14	30	18	2
5	14	30	18	2
6	13	29	19	3
7	13	29	19	3
8	12	28	20	4
9	12	28	20	4
10	11	27	21	5
11	11	27	21	5
12	10	26	22	6
13	10	26	22	6
14	9	25	23	7
15	9	25	23	7
16	8	24	24	8
17	8	24	24	8
18	7	23	25	9
19	7	23	25	9
20	6	22	26	10
21	6	22	26	10
22	5	21	27	11
23	5	21	27	11
24	4	20	28	12
25	4	20	28	12
26	3	19	29	13
27	3	19	29	13
28	2	18	30	14
29	2	18	30	14

25

30	1	17	31	15
31	1	17	31	15

- 5 Згідно з аспектом даного розкриття пропонується спосіб для інтра- або інтер-прогнозного процесингу відеокадру, який включає етапи з: отримання опорного зразка; отримання значення субпіксельного зміщення; і фільтрування, використовуючи субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, опорного зразка для отримання значення прогнозного зразка, причому фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра визначаються наступним чином:

p	c ₀	c ₁	c ₂	c ₃
0	16	32	16	0
1	16	32	16	0
2	15	31	17	1
3	15	31	17	1
4	14	30	18	2
5	14	30	18	2
6	13	29	19	3
7	13	29	19	3
8	12	28	20	4
9	12	28	20	4
10	11	27	21	5
11	11	27	21	5
12	10	26	22	6
13	10	26	22	6
14	9	25	23	7
15	9	25	23	7
16	8	24	24	8
17	8	24	24	8
18	7	23	25	9
19	7	23	25	9
20	6	22	26	10
21	6	22	26	10
22	5	21	27	11
23	5	21	27	11
24	4	20	28	12
25	4	20	28	12
26	3	19	29	13
27	3	19	29	13
28	2	18	30	14
29	2	18	30	14
30	1	17	31	15
31	1	17	31	15

- 10 де p є дрібною частиною значення субпіксельного зміщення, і c₀, c₁, c₂, і c₃ є фільтровими коефіцієнтами.

- У одному зразковому втіленні значення фільтрових коефіцієнтів можна зберігати в LUT. Це означає, що для субпіксельного інтерполяційного фільтрування слід викликати з LUT відповідні значення фільтрових коефіцієнтів.

- 15 ФІГ. 23 показує блок-схему процесингу інтра-/інтерпрогнозування. На етапі 2301 отримується опорний зразок. Опорний зразок може включати один або більше опорних зразків. Далі, на етапі 2302 отримується значення субпіксельного зміщення. Далі, на етапі 2303 фільтрується опорний зразок, використовуючи субпіксельний інтерполяційний фільтр, який має коефіцієнти, {c_i} де i=0, ... 3. Це називається 4-відвідним фільтром і/або 4-точковим фільтром.

- 20 Фільтрові коефіцієнти можна отримати з аналітичних виразів, де задано дрібну частину p значення субпіксельного зміщення. Фільтрові коефіцієнти можуть також отримуватися з LUT, з посиланням на значення p.

Згідно з аспектом даного розкриття, біт p прирівнюється до нуля.

Згідно з аспектом даного розкриття, p збільшується на 1 і у подальшому нижній біт збільшеного p прирівнюється до нуля перш, ніж вказаний p використовується для отримання фільтрових коефіцієнтів.

5 Згідно з аспектом даного розкриття, отримання фільтрових коефіцієнтів включає етап обчислення фільтрових коефіцієнтів згідно з

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + c_0$$

$$10 \quad c_2 = c_0 + p$$

$$c_3 = c_0 - p$$

15 Це може надати перевагу у обчисленні фільтрових коефіцієнтів c_{i+1} з попередніх фільтрових коефіцієнтів c_i . Додатково це може зменшити час для обчислення фільтрових коефіцієнтів.

20 Згідно з аспектом даного розкриття, пропонується спосіб відеокодування, спосіб включає процесинг інтрапрогнозування блока відеокадру, який включає: фільтрування, використовуючи субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, опорного зразка відеокадру; де субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр є комбінацією фільтрів, з фільтровими коефіцієнтами, щонайменше, одного фільтра, які задовольняють:

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_2 = 16 + \frac{p}{2}$$

$$25 \quad c_3 = \frac{p}{2},$$

де p є позицією дрібного зразка субпіксельного зміщення, а c_0 , c_1 , c_2 , і c_3 є фільтровими коефіцієнтами.

30 ФІГ. 24 є блок-схемою відеокодування. На етапі 2401, процесинг інтрапрогнозування виконується фільтруванням опорного зразка блока, використовуючи субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр.

Згідно з аспектом даного розкриття, субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр є згладжуючим фільтром, що являє собою паралельну комбінацію двох фазозалежних лінійних фільтрів і низькочастотного фільтру.

35 Згідно з аспектом даного розкриття, субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр є фільтром збільшення різкості, що являє собою паралельну комбінацію одного фазозалежного лінійного фільтра і високочастотного фільтру змінного навантаження.

40 Згідно з аспектом даного розкриття, високочастотний фільтр змінного навантаження являє собою фазо-незалежний високочастотний фільтр з кінцевою імпульсною характеристикою (phase-independent high-pass finite impulse response, FIR), вивід якого множиться за допомогою фазозалежного параметра навантаження.

Згідно з будь-яким попереднім аспектом даного розкриття, нижній біт p прирівнюється до нуля.

45 Згідно з аспектом даного розкриття, p збільшується на 1 і у подальшому нижній біт збільшеного значення прирівнюється до нуля перш, ніж значення використовується для витягування коефіцієнтів інтерполяційного фільтра.

Згідно з аспектом даного розкриття, виконується операція відсікання для виводу високочастотного фільтру змінного навантаження.

50 Згідно з аспектом даного розкриття пропонується апарат для процесингу інтра- або інтрапрогнозування відеокадру, який включає: модуль отримання опорного зразка, виконаний з можливістю отримувати опорний зразок; модуль отримання значення субпіксельного зміщення, виконаний з можливістю отримувати значення субпіксельного зміщення; і субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, виконаний з можливістю фільтрувати опорний зразок для отримання значення прогнозного зразка, причому фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-

відвідного інтерполяційного фільтра задовольняють:

$$\begin{aligned} c_0 &= 16 - \frac{p}{2} \\ c_1 &= 16 + 16 - \frac{p}{2} \\ c_2 &= 16 + \frac{p}{2} \\ c_3 &= \frac{p}{2}, \end{aligned}$$

де p є дрібною частиною значення субпіксельного зміщення, і c_0 , c_1 , c_2 , і c_3 є фільтровими коефіцієнтами субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра.

Згідно з аспектом даного розкриття, фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра визначаються у таблиці наступним чином:

p	c_0	c_1	c_2	c_3
0	16	32	16	0
1	16	32	16	0
2	15	31	17	1
3	15	31	17	1
4	14	30	18	2
5	14	30	18	2
6	13	29	19	3
7	13	29	19	3
8	12	28	20	4
9	12	28	20	4
10	11	27	21	5
11	11	27	21	5
12	10	26	22	6
13	10	26	22	6
14	9	25	23	7
15	9	25	23	7
16	8	24	24	8
17	8	24	24	8
18	7	23	25	9
19	7	23	25	9
20	6	22	26	10
21	6	22	26	10
22	5	21	27	11
23	5	21	27	11
24	4	20	28	12
25	4	20	28	12
26	3	19	29	13
27	3	19	29	13
28	2	18	30	14
29	2	18	30	14
30	1	17	31	15
31	1	17	31	15

Згідно з аспектом даного розкриття пропонується апарат для процесингу інтра- або інтерпрогнозування відеокадру, який включає: модуль отримання опорного зразка, виконаний з можливістю отримувати опорний зразок; модуль отримання значення субпіксельного зміщення, виконаний з можливістю отримувати значення субпіксельного зміщення; і субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, виконаний з можливістю фільтрувати опорний зразок для отримання значення прогнозного зразка, причому фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра визначаються наступним чином:

p	c ₀	c ₁	c ₂	c ₃
0	16	32	16	0
1	16	32	16	0
2	15	31	17	1
3	15	31	17	1
4	14	30	18	2
5	14	30	18	2
6	13	29	19	3
7	13	29	19	3
8	12	28	20	4
9	12	28	20	4
10	11	27	21	5
11	11	27	21	5
12	10	26	22	6
13	10	26	22	6
14	9	25	23	7
15	9	25	23	7
16	8	24	24	8
17	8	24	24	8
18	7	23	25	9
19	7	23	25	9
20	6	22	26	10
21	6	22	26	10
22	5	21	27	11
23	5	21	27	11
24	4	20	28	12
25	4	20	28	12
26	3	19	29	13
27	3	19	29	13
28	2	18	30	14
29	2	18	30	14
30	1	17	31	15
31	1	17	31	15

де p є дрібною частиною значення субпіксельного зміщення, і c_0 , c_1 , c_2 , і c_3 є фільтровими коефіцієнтами.

- 5 ФІГ. 25 показує схему модуля 2500 Інтра-/Інтерпрогнозування, яка включає модуль 2510 отримання опорного зразка, модуль 2520 отримання значення субпіксельного зміщення і субпіксельний інтерполяційний фільтр 2530.

- 10 Згідно з аспектом даного розкриття, пропонується апарат для відеокодування, який включає модуль процесингу інтрапрогнозування, виконаний з можливістю виконувати інтрапрогнозування блока відеокадру; і субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, виконаний з можливістю фільтрувати опорний зразок відеокадру; де субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр є комбінацією фільтрів, з фільтровими коефіцієнтами, щонайменше, одного фільтра, які задовольняють:

15
$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_2 = 16 + \frac{p}{2}$$

$$c_3 = \frac{p}{2},$$

- 20 де p є позицією дрібного зразка субпіксельного зміщення, а c_0 , c_1 , c_2 , і c_3 є фільтровими коефіцієнтами.

ФІГ. 26 показує схему модуля 2600 відеокодування, який включає модуль 2610 процесингу інтрапрогнозування і субпіксельний інтерполяційний фільтр 2620.

Згідно з аспектом даного розкриття, пропонується кодер (20), який включає схему процесингу для виконання способу згідно з будь-яким одним із попередніх аспектів даного розкриття.

Згідно з аспектом даного розкриття, пропонується декодер (30), який включає схему процесингу для виконання способу згідно з будь-яким одним із попередніх аспектів даного розкриття.

Згідно з аспектом даного розкриття, пропонується комп'ютерний програмний продукт, який включає програмний код для виконання способу згідно з будь-яким одним із попередніх аспектів даного розкриття.

Згідно з аспектом даного розкриття пропонується декодер, який включає: один або більше процесорів; а також нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, причому програми під час виконання процесорами надають можливість декодеру здійснювати спосіб згідно з будь-яким одним з попередніх аспектів даного розкриття.

Згідно з аспектом даного розкриття пропонується кодер, який включає: один або більше процесорів; а також нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, причому програми під час виконання процесорами надають можливість кодеру здійснювати спосіб згідно з будь-яким одним з попередніх аспектів даного розкриття.

Дане розкриття згідно з будь-яким із попередніх аспектів може надавати перевагу в виконанні інтра-/інтрапрогнозування відеокадру у швидкий спосіб. Це тому, що фільтрові коефіцієнти інтерполяційного фільтра отримуються у аналітичний спосіб, тобто вказані коефіцієнти обчислюються "на льоту". Це запобігає зберіганням коефіцієнтів в пошуковій таблиці (look-up table, LUT), потребуючи час доступу для читання коефіцієнтів з пам'яті.

Тому прогнозування стає більш ефективним і потребує менше необхідної пам'яті. Це дозволяє також втілювати прогнозування з меншими витратами. Більше того, оскільки коефіцієнти $\{c\}$ аналітичного фільтра є лінійними у позиції p дрібного зразка і передбачають операції ділення на 2, відповідні операції можна виконувати ефективно, застосовуючи швидкі низькорівневі бітові операції. Відповідний час для виконання бітової операції і для обчислення фільтрових коефіцієнтів є коротшим, ніж час для доступу до збережених коефіцієнтів з LUT. Таким чином, зменшується затримка.

Більше того, особлива аналітична структура фільтрових коефіцієнтів може надавати перевагу у втіленні з незначною складністю фільтрового модуля(ів). Додатково, характеристика фільтра (тобто характеристика частоти) для різних субпіксельних позицій узгоджується відносно магнітуди і фази, а також запобігає артефактам в характеристиці, особливо на високих частотах. Лінійність фільтрових коефіцієнтів може надавати перевагу у вторинних апаратних засобах.

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

Винахід може бути втілено в апаратних або програмних засобах.

З метою прозорості, будь-який з наступних варіантів можна з'єднувати з будь-яким одним або більше інших наступних варіантів для створення нового варіанту в межах предмету даного розкриття.

Ця та інші властивості будуть більш точно зрозумілі з наступного детального опису у поєднанні з малюнками і пунктами, що додаються.

КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

У подальшому варіанти здійснення винаходу описані більш детально, з посиланням на фігури і креслення, що додаються, на яких:

ФІГ. 1А є блоковою діаграмою, яка показує приклад системи відеокодування, виконаної з можливістю втілювати варіанти здійснення винаходу;

ФІГ. 1В є блоковою діаграмою, яка показує ще один приклад системи кодування відео, виконаної з можливістю втілювати варіанти здійснення винаходу;

ФІГ. 2 є блоковою діаграмою, яка показує приклад відеокодера, виконаного з можливістю втілювати варіанти здійснення винаходу.

ФІГ. 3 є блоковою діаграмою, яка показує прикладну структуру відеодекодера, виконаного з можливістю втілювати варіанти здійснення винаходу;

ФІГ. 4 є блоковою діаграмою, яка ілюструє приклад апарату кодування або апарату

декодування;

ФІГ. 5 є блоковою діаграмою, яка ілюструє ще один приклад апарату кодування або апарату декодування;

5 ФІГ. 6 є кресленням, яке показує кутові напрямлення інтрапрогнозування і пов'язані інтра-прогнозні режими в HEVC;

ФІГ. 7 є кресленням, яке показує кутові напрямлення інтрапрогнозування і пов'язані інтра-прогнозні режими в JEM;

ФІГ. 8 є кресленням, яке показує кутові напрямлення інтрапрогнозування і пов'язані інтра-прогнозні режими в VTM-3.0 і специфікації VVC версії v.3;

10 ФІГ. 9 є кресленням, яке показує приклад фільтрової комбінації для згладжування, де набір опорних зразків вводиться до інтерполяційного фільтра;

ФІГ. 10 є кресленням, яке показує прикладну комбінацію фільтрів для інтерполяційного фільтрування зі збільшенням різкості, включаючи операцію відсікання;

15 ФІГ. 11 є кресленням, яке показує прикладну комбінацію фільтрів для інтерполяційного фільтрування зі збільшенням різкості, з альтернативною позицією операції відсікання;

ФІГ. 12A є кресленням, яке показує прикладну комбінацію фільтрів для інтерполяційного фільтрування зі збільшенням різкості, включаючи фільтр налаштованого навантаження;

ФІГ. 12B є кресленням, яке показує прикладну комбінацію фільтрів для інтерполяційного фільтрування зі збільшенням різкості, включаючи фільтр налаштованого навантаження;

20 ФІГ. 13-21 є кресленнями, які показують різні комбінації LUT-основаних і аналітичних представлень коефіцієнтів інтерполяційного фільтра;

ФІГ. 22 є кресленням, яке показує прикладне втілення способу обчислення коефіцієнтів;

ФІГ. 23 є блок-схемою процесингу інтра-/інтрапрогнозування.

ФІГ. 24 є блок-схемою відеокодування.

25 ФІГ. 25 є блоковою діаграмою процесингового модуля інтра-/інтрапрогнозування, який включає модуль отримання опорного зразка і модуль отримання значення субпіксельного зміщення, а також субпіксельний інтерполяційний фільтр;

ФІГ. 26 є блоковою діаграмою модуля відеокодування, який включає процесинговий модуль інтрапрогнозування і субпіксельний інтерполяційний фільтр.

30 У подальшому ідентичні знаки посилання посилаються на ідентичні або, щонайменше, функціонально еквівалентні елементи, якщо безпосередньо не вказано інше.

ДЕТАЛЬНИЙ ОПИС ВАРІАНТІВ ЗДІЙСНЕННЯ ВИНАХОДУ

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

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

55 Кодування відео, як правило, стосується процесингу послідовності картинок, які формують відео або послідовність відео. У галузі відеокодування замість терміну "картинка" можна використовувати термін "кадр" або "зображення", як синоніми. Відеокодування (чи взагалі кодування) включає дві частини відеокодування і відеодекодування. Відеокодування виконується на стороні джерела, звичайно включаючи процесинг (наприклад шляхом стиснення) оригінальних відеокартинки для зменшення кількості даних, необхідних для

відображення відеокартинок (для більш ефективного зберігання і/або передавання). Відеодекодування виконується на цільовій стороні і звичайно, у порівнянні із кодером, включає зворотний процесинг для відновлення відеокартинок. Слід розуміти, що варіанти здійснення, які посилаються на "кодування" відеокартинок, стосуються "кодування" і "декодування" відеокартинок або відповідних відеопослідовностей. З'єднання сторони кодування і сторони декодування називається також Кодек (CODEC, Coding and Decoding, кодування і декодування).

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

Деякі стандартні відеокодування належать до групи "гібридні відеокодеки із втратами" (тобто з'єднують просторове і часове прогнозування в області зразка, і кодування 2D перетворення для застосування квантування в області перетворення). Кожна картинка відеопослідовності, як правило, розбивається на набір блоків, які взаємно не накладаються, а кодування, як правило, виконується на рівні блоку. Іншими словами, в кодері, як правило, відео обробляється, тобто кодується, на рівні блоку (відеоблоку), наприклад, використовуючи просторове (інтра-картинка) прогнозування і/або часове (інтер-картинка) прогнозування для створення прогнозного блоку, вилучаючи прогнозний блок з поточного блоку (блок, щойно оброблюваний/той, що підлягає обробці) для отримання залишкового блоку, перетворюючи залишковий блок і квантуючи залишковий блок в області перетворення, щоб знизити кількість даних для передавання (стиснення), оскільки у декодері, у порівнянні з кодером, зворотний процесинг застосовується до кодованих або стиснених блоків для відновлення поточного блоку для відображення. Додатково кодер дублює процесинговий контур декодера так, що обидва будуть створювати ідентичні прогнозування (наприклад, інтра- та інтерпрогнозування) і/або повторні конструкції для процесингу, тобто кодування, наступних блоків.

У наступних варіантах здійснення системи 10 відеокодування, відеокодер 20 і відеодекодер 30 описані на основі фігур 1-3.

Фіг. 1А є схематичною блоковою діаграмою, що ілюструє прикладну систему 10 кодування, наприклад систему 10 відеокодування (або скорочену систему 10 кодування), яка може використовувати способи даної дійсної заявки. Відеокодер 20 (або скорочений кодер 20) і відеодекодер 30 (або скорочений декодер 30) системи 10 відеокодування відображають приклади пристроїв, які можуть бути виконані для здійснення способів відповідно до різних прикладів, описаних в даній дійсній заявці.

Як показано на Фіг. 1А, система 10 кодування включає вихідний пристрій 12, виконаний з можливістю надавати кодовані дані 21 картинки, наприклад, до цільового пристрою 14 для декодування кодованих даних 13 картинки.

Вихідний пристрій 12 включає кодер 20 і може додатково, тобто за необхідності, включати джерело 16 картинки, препроцесор (або модуль препроцесингу) 18, наприклад, препроцесор 18 картинки, а також комунікаційний інтерфейс або комунікаційний модуль 22.

Джерело 16 картинки може включати або бути будь-яким видом пристрою захоплення картинки, наприклад камерою для захоплення реалістичної картинки, і/або будь-яким видом пристрою створення картинки, наприклад, комп'ютерним графічним процесором для створення комп'ютерної анімаційної картинки або будь-яким видом пристрою для отримання і/або надання реалістичної картинки, створеної комп'ютером картинки (наприклад, вміст екрана, картинка віртуальної реальності (virtual reality, VR), і/або будь-якою їх комбінацією (наприклад, картинка доповненої реальності (augmented reality, AR). Джерелом картинки може бути будь-який вид пам'яті або накопичувача, які зберігають будь-які із вищезгаданих картинок.

На відміну від препроцесора 18 і процесингу, виконуваного препроцесинговим модулем 18, картинка або дані 17 картинки можуть також називатися необробленою картинкою або необробленими даними 17 картинки.

Препроцесинговий модуль 18 виконаний з можливістю отримувати (необроблені) дані 17 картинки і виконувати препроцесинг над даними 17 картинки для отримання препроцесингової картини 19 або препроцесингованих даних 19 картинки. Препроцесинг, виконуваний препроцесором, 18 може, наприклад, включати очищення, конверсію кольорового формату (наприклад від RGB до YCbCr), корекцію кольору або усунення шуму. Слід розуміти, що препроцесинговий модуль 18 може бути необов'язковим компонентом.

Відеокодер 20 виконаний з можливістю отримувати препроцесинговані дані 19 картинки і

надавати дані 21 кодової картини (додаткові подробиці будуть описані далі, наприклад, на основі Фіг. 2).

5 Комунікаційний інтерфейс 22 вихідного пристрою 12 може бути виконаний з можливістю отримувати дані 21 кодової картини і передавати дані 21 кодової картини (або будь-яку додатково оброблену їх версію) через комунікаційний канал 13 до іншого пристрою, наприклад, цільового пристрою 14 або будь-якого іншого пристрою, для зберігання або безпосереднього відновлення.

10 Цільовий пристрій 14 включає декодер 30 (наприклад відеодекодер 30) і може додатково, тобто необов'язково, включати комунікаційний інтерфейс або комунікаційний модуль 28, постпроцесор 32 (або постпроцесинговий модуль 32) і пристрій 34 відображення.

15 Комунікаційний інтерфейс 28 цільового пристрою 14 виконаний з можливістю отримувати дані 21 кодової картини (або будь-які додатково оброблені їх версії), наприклад безпосередньо від вихідного пристрою 12 або від будь-якого іншого джерела, наприклад пристрою збереження, наприклад пристрою збереження даних кодової картини, і надає дані 21 кодової картини до декодера 30.

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

25 Комунікаційний інтерфейс 22 може бути, наприклад, виконаний з можливістю пакувати дані 21 кодової картини у відповідний формат, наприклад пакети, і/або обробляти дані кодової картини, використовуючи будь-який вид кодування або процесингу передавання для передавання через комунікаційний канал або комунікаційну мережу.

30 Комунікаційний інтерфейс 28, аналогічний комунікаційному інтерфейсу 22, може бути, наприклад, виконаний з можливістю отримувати передані дані і обробляти передані дані, використовуючи будь-який вид декодування або процесингу і/або розпакування відповідного передавання для отримання даних 21 кодової картини.

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

40 Декодер 30 виконаний з можливістю отримувати дані 21 кодової картини і надавати дані 31 декодованої картини або декодовану картинку 31 (додаткові деталі будуть описані нижче, наприклад, на основі фіг. 3 або фіг. 5).

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

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

60 Також фіг. 1 відображає вихідний пристрій 12 і цільовий пристрій 14 як окремі пристрої; варіанти здійснення пристроїв можуть також включати їх обох або їх обидві функціональні можливості; вихідний пристрій 12 або відповідну функціональну можливість і цільовий пристрій

14 або відповідну функціональність. У таких варіантах здійснення вихідний пристрій 12 або відповідна функціональність і цільовий пристрій 14 або відповідна функціональність можуть бути втілені з використанням однакового апаратного засобу і/або програмного засобу або за допомогою окремих апаратного засобу і/або програмного засобу, або будь-якої їх комбінації.

5 Як очевидно спеціалісту на основі опису, наявність і (особливо) розділення функціональностей різних модулів або функціональностей серед вихідного пристрою 12 і/або цільового пристрою 14, як показано на фіг. 1A, може відрізнятися в залежності від фактичного пристрою і застосування.

10 Кодер 20 (наприклад, відеокодер 20) або декодер 30 (наприклад, відеодекодер 30), або як кодер 20, так і декодер 30, можна втілювати, використовуючи схему процесингу, як показано на фіг. 1B, таку як один або більше мікропроцесорів, цифрових сигнальних процесорів (digital signal processors, DSPs), спеціалізованих замовлюваних інтегральних схем (application specific integrated circuits, ASICs), програмованих логічних інтегральних схем (field programmable gate arrays, FPGAs), дискретної логіки, апаратних засобів, спеціалізованих на кодуванні відео або 15 будь-яких їх комбінацій. Кодер 20 можна втілювати через процесингову схему 46 для втілення різних модулів, як розглянуто з посиланням на кодер 20 з фіг. 2 і/або будь-яку іншу систему кодера або підсистему, описану в даному документі. Декодер 30 можна втілювати, використовуючи схему 46 процесингу для втілення різних модулів, як розглянуто з посиланням на декодер 30 з ФІГ. 2 і/або будь-яку іншу систему декодера або підсистему, описану в даному 20 документі. Схема процесингу може бути виконана з можливістю виконувати різні операції, як розглянуто нижче. Як показано на фіг. 5, якщо способи частково втілюють в програмних засобах, пристрій може зберігати інструкції для програмного засобу у придатному не короткочасному комп'ютерозчитуваному засобі зберігання і може запускати інструкції в апаратному засобі, використовуючи один або більше процесорів для виконання способів за 25 даним розкриттям. Також відеокодер 20 і відеодекодер 30 можуть бути інтегровані як частина з'єднаного кодера/декодера (encoder/decoder, CODEC) у єдиному пристрої, наприклад, як показано на фіг. 1B.

Вихідний пристрій 12 і цільовий пристрій 14 можуть включати будь-який із широкого ряду пристроїв, включаючи будь-який вид переносного або стаціонарного пристрою, наприклад, 30 комп'ютери ноутбук або лептоп, мобільні телефони, смартфони, планшети або планшетні комп'ютери, камери, настільні комп'ютери, телевізійні приставки, телевізори, пристрої відображення, цифрові медіаплеєри, ігрові відеоконсолі, пристрої відеотрансляції (такі як сервери контентних послуг або сервери доставки контенту), пристрої приймання трансляцій, пристрої передавання трансляцій тощо, а також можуть використовувати будь-який вид 35 операційної системи. У деяких випадках вихідний пристрій 12 і цільовий пристрій 14 можна обладнати для безпроводного зв'язку. Так, вихідний пристрій 12 і цільовий пристрій 14 можуть бути пристроями безпроводного зв'язку.

У деяких випадках система 10 відеокодування, проілюстрована на фіг. 1A, є лише прикладом, і способи за даною заявкою можуть застосовуватися до налаштувань 40 відеокодування (наприклад, кодування відео або декодування відео), які не обов'язково включають будь-який обмін даними між пристроями кодування і декодування. В інших прикладах дані повертаються з локальної пам'яті, транслюються через мережу тощо. Пристрій кодування відео може кодувати і зберігати дані у пам'яті; і/або пристрій декодування відео може повертати і декодувати дані з пам'яті. У деяких прикладах кодування і декодування 45 виконується пристроями, які не мають комунікації один з одним, але просто кодують дані до пам'яті і/або повертають і декодують дані з пам'яті.

Для зручності опису варіанти винаходу описуються тут, наприклад, з посиланням на Високоєфективне відеокодування (High-Efficiency Video Coding, HEVC) або на опорний програмний засіб Універсального відеокодування (Versatile video coding, VVC) - новітній 50 стандарт відеокодування, розроблений Командою об'єднаного співробітництва з питань кодування відео (Joint Collaboration Team on Video Coding, JCT-VC) з Експертної групи з питань кодування відео ITU-T (Video Coding Experts Group, VCEG) та Експертної групи з питань рухомого зображення ISO/IEC (Motion Picture Experts Group, MPEG). Спеціаліст у області техніки зрозуміє, що варіанти здійснення винаходу не обмежуються HEVC або VVC.

55 КОДЕР І СПОСІБ КОДУВАННЯ

Фіг. 2 показує схематичну блокову діаграму прикладного відеокодера 20, який виконано з можливістю втілювати способи даної заявки. У прикладі за фіг. 2 відеокодер 20 включає ввід 201 (або ввідний інтерфейс 201), модуль 204 обчислення залишку, модуль 206 процесингу перетворення, модуль 208 квантування, модуль 210 зворотного квантування і модуль 212 60 процесингу зворотного перетворення, модуль 214 відновлення, модуль 220 контурного фільтра,

буфер 230 декодованої картини (decoded picture buffer, DPB), модуль 260 вибору режиму, модуль 270 ентропійного кодування і вивід 272 (або вивідний інтерфейс 272). Модуль 260 вибору режиму може включати модуль 244 інтерпрогнозування, модуль 254 інтрапрогнозування і модуль 262 розбиття. Модуль 244 інтерпрогнозування може включати модуль оцінки руху і модуль компенсації руху (не показані). Відеокодер 20, як показано на фіг. 2, може також називатися гібридним відеокодером або відеокодером згідно з гібридним відеокодеком.

Модуль 204 обчислення залишку, модуль 206 процесингу перетворення, модуль 208 квантування, модуль 260 вибору режиму можна назвати утворюючими прямий сигнальний канал кодера 20, причому модуль 210 зворотного квантування, модуль 212 процесингу зворотного перетворення, модуль 214 відновлення, буфер 216, контурний фільтр 220, буфер 230 декодованої картини (the decoded picture buffer, DPB), модуль 244 інтерпрогнозування і модуль 254 інтрапрогнозування можна назвати утворюючими зворотній сигнальний канал відеокодера 20, причому зворотній сигнальний канал відеокодера 20 відповідає сигнальному каналу декодера (дивись відеокодер 30 на фіг. 3). Модуль 210 зворотного квантування, модуль 212 процесингу зворотного перетворення, модуль 214 відновлення, контурний фільтр 220, буфер 230 декодованої картини, модуль 244 інтерпрогнозування і модуль 254 інтрапрогнозування також називаються як утворюючі "вбудований декодер" відеокодера 20.

КАРТИНКИ І РОЗБИТТЯ КАРТИНКИ (КАРТИНКИ І БЛОКИ)

Кодер 20 може бути виконаний з можливістю отримувати, наприклад, через ввід 201, картинку 17 (або дані 17 картини), наприклад картинку із послідовності картинок, яка утворює відео або послідовність відео. Отримана картинка або дані картини можуть також бути препроцесовою картинкою 19 (або даними 19 препроцесової картини). Для спрощення наступний опис посилається на картинку 17. Картинка 17 може також називатися поточною картинкою або картинкою, що підлягає кодуванню (зокрема, у кодуванні відео - щоб відрізнити поточну картинку від інших картинок, наприклад попередньо кодовані і/або декодовані картини однакової відеопослідовності, тобто відеопослідовності, яка також включає поточну картинку).

Картинка (цифрова) є або може розглядатися як двовимірний масив або матриця зразків зі значеннями інтенсивності. Зразок в масиві може також називатися пікселем (коротка форма елементу картини) або пікселем. Кількість зразків у горизонтальному і вертикальному напрямку (або осях) масиву або картини визначають розмір і/або роздільну здатність картини. Для представлення кольору, як правило, застосовують три кольорових компоненти, тобто картинка може представлятися або включати три масиви зразків. У форматі або кольоровому просторі RGB картинка включає відповідний червоний, зелений і синій зразковий масив. Однак, у кодуванні відео кожен піксель, як правило, відображається у форматі яскравості і кольоровості або кольоровому просторі, наприклад YCbCr, який включає компонент яскравості, позначений Y (іноді, як альтернатива, використовується також L) і два компоненти кольоровості, позначені Cb та Cr. Компонент Y яскравості (або коротко luma) представляє освітленість або інтенсивність рівня сірого (наприклад, як в картинці сірих тонів), в той час як два компоненти Cb та Cr кольоровості представляють компоненти кольорового складу або інформації про колір. Відповідно, картинка у форматі YCbCr включає зразковий масив яскравості по зразкових значеннях (Y) яскравості і два зразкових масиви кольоровості по значеннях кольоровості (Cb та Cr). Картинки у форматі RGB можуть конвертуватися або перетворюватися у формат YCbCr і навпаки; також цей процес називається кольорове перетворення або конверсія. Якщо картинка є монохромною, то картинка може включати лише зразковий масив яскравості. Відповідно, картинка може бути, наприклад, масивом зразків яскравості у монохромному форматі або масивом зразків яскравості і двох відповідних масивів зразків кольоровості в кольоровому форматі 4:2:0, 4:2:2 і 4:4:4.

Варіанти здійснення відеокодера 20 можуть включати модуль розбиття картини (не показаний на фіг. 2), виконаний з можливістю розбивати картинку 17 на множину (як правило, не взаємно накладених) блоків 203 картини. Такі блоки можуть також називатися корневими блоками, макро-блоками (H.264/AVC) або блоками кодового дерева (CTB) або модулями кодового дерева (CTU) (H.265/HEVC і VVC). Модуль розбиття картини може бути виконаний з можливістю використовувати однаковий розмір блока для усіх картинок відеопослідовності і відповідну сітку, яка визначає розмір блока, або змінювати розмір блока між картинками або підгрупами або групами картинок, і розбивати кожен блок на відповідні блоки.

У додаткових варіантах відеокодер може бути виконаний з можливістю безпосередньо отримувати блок 203 картини 17, наприклад декілька або усі блоки, які утворюють картинку 17. Блок 203 картини може також називатися блоком поточної картини або блоком картини, що підлягає кодуванню.

Як і картинка 17, блок 203 картини, в свою чергу, розглядається або може розглядатися як

двовимірний масив або матриця зразків зі значеннями інтенсивності (значеннями зразка) також менших розмірів, ніж картинка 17. Іншими словами, блок 203 може включати, наприклад, один зразковий масив (наприклад, масив яскравості у випадку із монохромною картинкою 17 або масив яскравості або кольоровості у випадку із кольоровою картинкою), або три зразкові масиви (наприклад, один масив яскравості і два масиви кольоровості у випадку із кольоровою картинкою 17), або будь-яку іншу кількість і/або вид масивів в залежності від застосованого формату кольору. Кількість зразків у горизонтальному і вертикальному напрямку (або осях) блока 203 визначають розмір блока 203. Відповідно, блок може мати вигляд, наприклад, $M \times N$ (M колонок на N рядків) масиву відносно зразків або $M \times N$ масиву відносно коефіцієнтів перетворення.

Варіанти здійснення відеокодера 20, як показано на фіг. 2, можуть бути виконані з можливістю кодувати картинку 17 блок за блоком, наприклад кодування і прогнозування виконується над кожним блоком 203.

ОБЧИСЛЕННЯ ЗАЛИШКУ

Модуль 204 обчислення залишку може бути виконаний з можливістю обчислювати залишковий блок 205 (також називається залишком 205) на основі блока 203 картинки і блока 265 прогнозування (додаткові деталі про блок 265 прогнозування надаються нижче), наприклад шляхом вилучення значень зразків блока 265 прогнозування зі значень зразків блока 203 картинки, зразок за зразком (піксель за пікселем) для отримання залишкового блока 205 в області зразка.

ПЕРЕТВОРЕННЯ

Процесинговий модуль 206 перетворення може бути виконаний з можливістю застосовувати перетворення, наприклад дискретне косинусне перетворення (a discrete cosine transform, DCT) або дискретне синусне перетворення (discrete sine transform, DST) на значеннях зразка залишкового блока 205 для отримання коефіцієнтів 207 перетворення в області перетворення. Коефіцієнти 207 перетворення можуть також називатися залишковими коефіцієнтами перетворення і представляють залишковий блок 205 в області перетворення.

Процесинговий модуль 206 перетворення може бути виконаний з можливістю застосовувати цілочислові апроксимації DCT/DST, такі як перетворення, визначені для H.265/HEVC. У порівнянні із ортогональним DCT перетворенням, такі цілочислові апроксимації звичайно масштабуються за певним фактором. З метою зберегти стандарт залишкового блока, який оброблений прямим і зворотнім перетворенням, застосовують додаткові фактори масштабування як частину процесу перетворення. Фактори масштабування звичайно обирають на основі певних обмежень, подібно факторам масштабування, які є другим ступенем для операцій зсуву, бітовою глибиною коефіцієнтів перетворення, компромісом між точністю і витратами на втілення, тощо. Особливими факторами масштабування є, наприклад, визначені для зворотного перетворення, наприклад, за допомогою процесингового модуля 212 зворотного перетворення (і відповідного зворотного перетворення, наприклад, за допомогою процесингового модуля 312 зворотного перетворення на відеодекодері 30), а відповідні фактори масштабування для прямого перетворення, наприклад за допомогою процесингового модуля 206 перетворення на кодері 20, можуть відповідно визначатися.

Варіанти здійснення відеокодера 20 (відповідно процесинговий модуль 206 перетворення) можуть виконуватись з можливістю виводити параметри перетворення, наприклад тип перетворення або перетворень, наприклад безпосередньо, чи кодовані або заповані через модуль 270 ентропійного кодування, так, що, наприклад, відеодекодер 30 може отримувати і використовувати параметри перетворення для декодування.

КВАНТУВАННЯ

Модуль 208 квантування може бути виконаний з можливістю квантувати коефіцієнти 207 перетворення для отримання квантованих коефіцієнтів 209, наприклад шляхом застосування скалярного квантування або векторного квантування. Квантовані коефіцієнти 209 можуть також називатися коефіцієнтами 209 квантованого перетворення або коефіцієнтами 209 квантованого залишку.

Процес квантування може знизити бітову глибину, пов'язану з деякими або всіма коефіцієнтами 207 перетворення. Наприклад, n -бітовий коефіцієнт перетворення можна округлити до m -бітового коефіцієнта перетворення упродовж квантування, де n є більшим ніж m . Ступінь квантування можна коригувати шляхом налаштування параметру (quantization parameter, QP) квантування. Наприклад, для масштабного квантування, можна застосовувати різне масштабування, щоб досягнути більш тонкого або грубого квантування. Менші розміри етапу квантування відповідають більш тонкому квантуванню, натомість більші розміри етапу квантування відповідають грубішому квантуванню. Застосований розмір етапу квантування

може відображатися параметром (QP) квантування. Параметром квантування може бути, наприклад, індекс до заданого набору придатних розмірів етапу квантування. Наприклад, малі параметри квантування можуть відповідати тонкому квантуванню (малі розміри етапу квантування), а великі параметри квантування можуть відповідати грубому квантуванню (великі розміри етапу квантування) або навпаки. Квантування може включати ділення на розмір етапу квантування і відповідне і/або зворотне квантування, наприклад за допомогою модуля 210 зворотного квантування, може включати множення на розмір етапу квантування. Варіанти здійснення, згідно з деякими стандартами, наприклад HEVC, можуть бути виконані з можливістю використовувати параметр квантування для визначення розміру етапу квантування. Загалом, розмір етапу квантування можна обчислити на основі параметру квантування, використовуючи апроксимацію з фіксованою крапкою за формулою, включаючи ділення. Додаткові коефіцієнти масштабування можуть вводитися для квантування і деквантування для відновлення еталону залишкового блока, який міг модифікуватися завдяки масштабуванню, використаному у апроксимації з фіксованою крапкою за формулою для розміру етапу квантування і параметру квантування. У одному прикладі втілення масштабування зворотного перетворення і деквантування можуть з'єднуватися. Альтернативно, індивідуальні таблиці квантування можна використовувати і сигналізувати від кодера до декодера, наприклад у бітовий потік. Квантування є операцією з втратами, в якій втрати збільшуються зі збільшенням розмірів етапу квантування.

Варіанти здійснення відеокодера 20 (стосовно модуля 208 квантування) можуть бути виконані з можливістю виводити параметри квантування (quantization parameters, QP), наприклад безпосередньо або кодованими через модуль 270 ентропійного кодування так, що, наприклад, відеодекодер 30 може отримувати параметри квантування для декодування.

ЗВОРОТНЕ КВАНТУВАННЯ

Модуль 210 зворотного квантування виконаний з можливістю застосовувати зворотне квантування модуля 208 квантування на коефіцієнтах квантування для отримання коефіцієнтів 211 деквантування, наприклад шляхом застосування обернення схеми квантування, застосованої модулем 208 квантування, на основі або використовуючи такий розмір етапу квантування, як і модуль 208 квантування. Коефіцієнти 211 квантування можуть також називатися коефіцієнтами 211 квантованого залишку і відповідати - до того ж, звичайно, не ідентично до коефіцієнтів перетворення через втрати від квантування - коефіцієнтам 207 перетворення.

ЗВОРОТНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ

Модуль 212 процесингу зворотного перетворення виконаний з можливістю застосовувати зворотне перетворення по перетворенню, застосованому модулем 206 процесингу перетворення, наприклад зворотне дискретне косинусне перетворення (discrete cosine transform, DST), або зворотне дискретне синусне перетворення (discrete sine transform, DST), або інші зворотні перетворення, для отримання відновленого залишкового блока 214 (або відповідних деквантованих коефіцієнтів 213) в області зразків. Відновлений залишковий блок 213 може також називатися блоком 213 перетворення.

ВІДНОВЛЕННЯ

Модуль 214 відновлення (наприклад, засіб додавання або суматор 214) виконаний з можливістю додавати блок 213 перетворення (тобто відновлений залишковий блок 213) до прогнозного блока 265 для отримання відновленого блока 215 в області зразків, наприклад, шляхом додавання - зразок за зразком - значень зразків відновленого залишкового блока 213 і значень зразків прогнозного блока 265.

ФІЛЬТРУВАННЯ

Модуль 220 контурного фільтра (або коротко "контурний фільтр" 220) виконаний з можливістю фільтрувати відновлений блок 215 для отримання фільтрованого блока 221, або, загалом, фільтрувати відновлені зразки для отримання фільтрованих зразків. Модуль контурного фільтра, наприклад, виконаний з можливістю згладжувати піксельні переходи, або в іншому випадку, покращувати якість відео. Модуль 220 контурного фільтра може включати один або більше контурних фільтрів, таких як деблокуючий фільтр, адаптивний до зразків фільтр зі зміщенням (sample-adaptive offset, SAO) або один або більше інших фільтрів, наприклад фільтр двосторонньої дії, адаптивний контурний фільтр (adaptive loop filter, ALF), фільтри збільшення різкості або згладжування, або об'єднані фільтри, або будь-яку їх комбінацію. Хоча модуль 220 контурного фільтра, показаний на фіг. 2, є фільтром у контурі, у інших конфігураціях модуль 220 контурного фільтра може бути втілений як пост-контурний фільтр. Фільтрований блок 221 може також називатися фільтрованим відновленим блоком 221.

Варіанти здійснення відеокодера 20 (стосовно модуля 220 контурного фільтра) можуть

виконуватись з можливістю виводити параметри контурного фільтра (такі як інформація про зміщення для адаптації зразків), наприклад безпосередньо, або кодовані через модуль 270 ентропійного кодування, так, що, наприклад, декодер 30 може отримувати і застосовувати однакові параметри контурного фільтра або відповідні контурні фільтри для декодування.

5 БУФЕР ДЕКОДОВАНОЇ КАРТИНКИ

Буфером 230 декодованої картинки (decoded picture buffer, DPB) може бути пам'ять, яка зберігає опорні картинки, або взагалі дані опорної картинки, для відеоданих, які кодуються, за допомогою відеокодера 20. DPB 230 може бути складений за допомогою будь-яких з різноманіття пристроїв пам'яті, таких як динамічна пам'ять із довільним доступом (dynamic random access memory, DRAM), включаючи синхронну DRAM (synchronous DRAM, SDRAM), магніторезистивну RAM (magnetoresistive RAM, MRAM), резистивну RAM (resistive RAM, RRAM) або інших типів пристроїв пам'яті. Буфер 230 декодованої картинки може бути виконаний з можливістю зберігати один або більше фільтрованих блоків 221. Буфер 230 декодованої картинки може бути додатково виконаний з можливістю зберігати інші попередньо фільтровані блоки, наприклад, попередньо відновлені і фільтровані блоки 221, тієї ж поточної картини або різних картинок, наприклад, попередньо відновлених картинок, і може надавати завершені попередньо відновлені, тобто декодовані, картини (і відповідні опорні блоки і зразки) і/або частково відновлену поточну картинку (і відповідні опорні блоки і зразки), наприклад для інтерпрогнозування. Буфер 230 декодованої картинки (decoded picture buffer, DPB) може також виконуватись з можливістю зберігати один або більше нефільтрованих відновлених блоків 215, або, взагалі, нефільтровані відновлені блоки, наприклад якщо відновлений блок 215 не є фільтрованим за допомогою контурного фільтра 220, або будь-яку іншу додатково оброблену версію відновлених блоків або зразків.

ОБИРАННЯ РЕЖИМУ (РОЗБИТТЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ)

Модуль 260 вибору режиму включає модуль 262 розбиття, модуль 244 інтерпрогнозування і модуль 254 інтрапрогнозування, і виконаний з можливістю приймати або отримувати дані оригінальної картини, наприклад, оригінальний блок 203 (поточний блок 203 поточної картини 17) і дані відновленої картини, наприклад, фільтровані і/або нефільтровані відновлені зразки або блоки однакової (поточної) картини і/або від однієї або множини попередньо декодованих картинок, наприклад, від буфера 230 декодованої картини або інших буферів (наприклад лінійного буфера, не показаного). Дані відновленої картини використовуються як дані опорної картини для прогнозування, наприклад, інтерпрогнозування або інтрапрогнозування, для отримання прогнозного блока 265 або засобу 265 прогнозування.

Модуль 260 вибору режиму може бути виконаний з можливістю визначати або вибирати розбиття для прогнозного режиму поточного блока (включаючи відсутність розбиття) і прогнозний режим (наприклад, інтра- або інтер- прогнозний режим) і створювати відповідний прогнозний блок 265, який використовується для обчислення залишкового блока 205 і для відновлення відновленого блока 215.

Варіанти здійснення модуля 260 обиравання режиму можуть бути виконані з можливістю вибирати режим розбиття і прогнозування (наприклад, серед підтримуваних або доступних для модуля 260 вибору режиму), які забезпечують найкращу відповідність або, іншими словами, мінімальний залишок (мінімальний залишок означає краще стиснення для передавання або зберігання) або мінімальне сигнальне обмеження (мінімальне сигнальне обмеження означає краще стиснення для передавання або зберігання), або який розглядає або збалансовує обидва. Модуль 260 обиравання режиму може бути виконаний з можливістю визначати розбиття і прогнозний режим на основі оптимізації коефіцієнта спотворення (rate distortion optimization, RDO), тобто обирати прогнозний режим, який забезпечує мінімальний коефіцієнт спотворення. Такі терміни, як "найкращий", "мінімальний", "оптимальний" тощо у контексті не обов'язково стосуються загальноновживаних "найкращий", "мінімальний", "оптимальний" тощо, але можуть також задовольняти критерію завершення або вибирання як значення, що перевищує або не доходить до порогу, або іншим обмеженням, які потенційно ведуть до "субоптимального вибирання", але зменшують складність і процесинговий час.

Іншими словами, модуль 262 розбиття може бути виконаний з можливістю розбивати блок 203 на менші блокові розділи або субблоки (які в свою чергу створюють блоки), наприклад, ітераційно використовуючи розбиття квадродрева (quad-tree-partitioning, QT), бінарне розбиття (binary partitioning, BT) або розбиття трійкового дерева (triple-tree-partitioning, TT) або будь-яку їх комбінацію, а також виконувати, наприклад, прогнозування для кожного з блокових розділів або субблоків, причому вибір режиму включає вибір деревної структури розбитого блока 203 і прогнозних режимів, застосовуваних до кожного з блокових розділів або субблоків.

У подальшому розбиття (наприклад, за допомогою модуля 260 розбиття) і прогнозний

процесинг (за допомогою інтер-прогнозного модуля 244 та інтра-прогнозного модуля 254), виконувани за допомогою прикладного відеокодера 20, будуть описані більш детально.

РОЗБИТТЯ

Модуль 262 розбиття може розбивати (або ділити) поточний блок 203 на менші розділи, наприклад менші блоки квадратного або прямокутного розміру. Ці менші блоки (які можна також називати субблоками) можуть додатково бути розбиті на ще менші розділи. Це стосується також розбиття дерева або ієрархічного розбиття дерева, причому кореневий блок, наприклад, на кореновому рівні 0 дерева (ієрархічний рівень 0, глибина 0), може бути рекурсивно розбитий, наприклад, на два або більше блоків наступного нижчого рівня дерева, наприклад, листки на рівні 1 дерева (ієрархічний рівень 1, глибина 1), причому ці блоки можна повторно розбити на два або більше блоків наступного нижчого рівня, наприклад, рівня 2 дерева (ієрархічний рівень 2, глибина 2), тощо, поки завершиться розділення, наприклад, завдяки задоволенню критерію завершення, наприклад, досягнення максимальної глибини дерева або мінімального розміру блока. Блоки, які не розбиті додатково, також називаються листовими блоками або листовими вузлами дерева. Дерево, яке використовує розбиття на два розділи, називається бінарним деревом (binary-tree, BT); дерево, яке використовує розбиття на три розділи, називається тернарним деревом (ternary-tree, TT), а дерево, яке використовує розбиття на чотири розділи, називається квадро-деревом (quad-tree, QT).

Як зазначалося раніше, термін "блок", який використано в даному документі, може бути частиною, конкретно - квадратною або прямокутною частиною, картинки. Посилаючись, наприклад, на HEVC і VVC, блок може бути або відповідати модулю кодового дерева (coding tree unit, CTU), кодовому модулю (coding unit, CU), прогнозованому модулю (prediction unit, PU) і модулю перетворення (transform unit, TU), і/або відповідним блокам, наприклад, блоку кодового дерева (coding tree block, CTB), кодовому блоку (coding block, CB), блоку перетворення (transform block, TB) або прогнозованому блоку (prediction block, PB).

Наприклад, модуль кодового дерева (CTU) може представляти собою, або включати СТВ зразків яскравості, два відповідних СТВ зразків кольоровості картинки, яка має деревні зразкові масиви, або СТВ зразків монохромної картини або картинку, яка кодована з використанням деревних окремих кольорових площин і синтаксичних структур, використовуваних для кодування зразків. Відповідно, блоком кодового дерева (CTB) може бути блок $N \times N$ зразків для такого значення N , що розділення компонента на блоки СТВ є розбиттям. Кодовий модуль CU може представляти собою або включати кодовий блок зразків яскравості, два відповідних кодових блоки зразків кольоровості картини, яка має деревні масиви зразків, або кодовий блок зразків монохромної картини або картини, яка кодується з використанням деревних окремих кольорових площин і синтаксичних структур, використовуваних для кодування зразків. Відповідно, кодовим блоком (CB) може бути блок $M \times N$ зразків для такого значення M і N , що розділення СТВ на кодові блоки є розбиттям.

У варіантах здійснення, наприклад, згідно з HEVC, модуль кодового дерева (CTU) можливо ділити на CU шляхом використання структури квадро-дерева, позначеного як кодове дерево. Рішення, чи кодувати область картини з використанням прогнозування інтер-картинки (часове) або інтра-картинки (просторове), приймається на рівні CU. Кожен CU може бути додатково поділений на один, два або чотири PU згідно з типом поділу PU. Всередині одного PU застосовується однаковий процес прогнозування і відповідна інформація передається до декодера на базі PU. Після отримання залишкового блока, застосовуючи процес прогнозування на основі типу поділу PU, CU може розбиватися на модулі перетворення (transform units, TU) згідно з іншою структурою квадро-дерева подібно до кодового дерева для CU.

У варіантах здійснення, наприклад, згідно з найновішим стандартом відеокодування, що знаходиться у розробці, відомий як Універсальне відеокодування (Versatile Video Coding, VVC), розбиття квадро-дерева і бінарного дерева (Quad-tree and binary tree, QTBT) використовується для розбиття кодового блока. У QTBT блокувій структурі CU може мати або квадратну, або прямокутну форму. Наприклад, модуль кодового дерева (coding tree unit, CTU) спочатку розбивають на структуру квадро-дерева. Листкові вузли квадро-дерева додатково розбивають на структуру бінарного дерева або тернарного (або трійкового) дерева. Листкові вузли дерева розбиття називаються кодовими модулями (coding units, CU) і така сегментація використовується для процесингу прогнозування і перетворення без будь-якого додаткового розбиття. Це означає, що CU, PU і TU мають однаковий розмір блоку в блокувій структурі кодування QTBT. Паралельно пропонувалося багаторазове розбиття, наприклад, розбиття трійкового дерева, для використання разом із блоковою структурою QTBT.

В одному прикладі модуль 260 вибору режиму відеокодера 20 може бути виконаний з можливістю здійснювати будь-яку комбінацію методик розбиття, описаних у даному документі.

Як описано вище, відеокодер 20 виконаний з можливістю визначати або вибирати найкращий або оптимальний режим прогнозування з набору (попередньо визначеного) режимів прогнозування. Набір режимів прогнозування може включати, наприклад, режими інтрапрогнозування і/або режими інтерпрогнозування.

5 ІНТРАПРОГНОЗУВАННЯ

Набір режимів інтрапрогнозування може включати 35 різних режимів інтрапрогнозування, наприклад, ненаправлені режими, як DC (або схожий) режим і планарний режим, або направлені режими, наприклад як визначено в HEVC, або може містити 67 різних режимів інтрапрогнозування, наприклад, ненаправлені режими, як DC (або схожий) режим і планарний режим, або направлені режими, наприклад як визначено для VVC.

10 Модуль інтрапрогнозування 254 виконаний з можливістю використовувати відновлені зразки сусідніх блоків однакової поточної картинки для створення інтра-прогнозного блока 265 згідно з інтра-прогнозним режимом набору інтра-прогнозних режимів.

15 Інтра-прогнозний режим 254 (або взагалі модуль 260 вибору режиму) додатково виконаний з можливістю виводити інтра-прогнозні параметри (або взагалі інформацію, яка свідчить про вибраний інтра-прогнозний режим для блока) до модуля 270 ентропійного кодування у формі синтаксичних елементів 266 для внесення в дані 21 кодованої картинки, завдяки чому відеодекодер 30 може отримувати і використовувати прогнозні параметри для декодування.

ІНТЕРПРОГНОЗУВАННЯ

20 Конкретний (або потенційний) набір інтер-прогнозних режимів залежить від доступних опорних картинок (тобто попередніх, щонайменше частково декодованих картинок, наприклад збережених в DBP 230) і інших інтер-прогнозних параметрів, наприклад, чи уся опорна картинка, чи лише частина, наприклад область пошукового вікна навколо області поточного блока, опорної картини використовується для пошуку найбільш відповідного опорного блока і/або чи застосовується піксельна інтерполяція, наприклад інтерполяція половини/пів-пікселя і/або чверть-пікселя, чи ні.

Режим пропуску і/або прямий режим може застосовуватися додатково до вищевказаних прогнозних режимів.

30 Інтер-прогнозний модуль 244 може включати модуль оцінки руху (motion estimation, ME) і модуль компенсації руху (motion compensation, MC) (обидва не показані на Fig. 2). Модуль оцінки руху може бути виконаний з можливістю приймати або отримувати блок 203 картини (поточний блок 203 картини поточної картини 17) і декодовану картинку 231 або, щонайменше, один або множину попередньо відновлених блоків, наприклад, відновлені блоки однієї або множини конкретних/відмінних попередньо декодованих картинок 231, для оцінки руху. Наприклад, відеопослідовність може включати поточну картинку і попередньо декодовані картини 231 або, іншими словами, поточна картинка і попередньо декодовані картини 231 можуть бути частиною або формувати послідовність картинок, які складають відеопослідовність.

40 Кодер 20 може, наприклад, бути виконаний з можливістю вибирати опорний блок з множини опорних блоків однакових або різних картинок множини інших картинок і надавати опорну картинку (або індекс опорної картини) і/або зміщення (просторове зміщення) між позицією (координати x, y) опорного блока і позицією поточного блока, як інтер-прогнозні параметри до модуля оцінки руху. Зміщення також називають вектором руху (motion vector, MV).

45 Модуль компенсації руху виконаний з можливістю отримувати, наприклад приймати, інтер-прогнозний параметр і виконувати інтер-прогноз, опираючись або використовуючи інтер-прогнозний параметр для отримання інтер-прогнозного блока 265. Компенсація руху, виконувана модулем компенсації руху, може впливати на завантаження або створення прогнозного блока на основі вектора руху/блока, визначеного оцінкою руху, по можливості виконуючи інтерполяції з субпіксельною точністю. Інтерполяційне фільтрування може створювати додаткові піксельні зразки з відомих піксельних зразків, чим потенційно збільшувати кількість кандидатних прогнозних блоків, які можна використовувати для кодування блока картини. З моменту отримання вектора руху для PU поточного блока картини, модуль компенсації руху може виявляти прогнозний блок, на який націлений вектор руху у одному зі списків опорної картини.

50 Модуль компенсації руху може також створювати синтаксичні елементи, пов'язані з блоками і відеофрагментом, для використання відеодекодером 30 у декодуванні блоків картини відеофрагменту.

ЕНТРОПІЙНЕ КОДУВАННЯ

60 Модуль 270 ентропійного кодування виконаний з можливістю застосовувати, наприклад, алгоритм або схему ентропійного кодування (наприклад, схему кодування зі змінною довжиною

(variable length coding, VLC), схему контекстно-адаптивного VLC (context adaptive VLC scheme, CAVLC), схему арифметичного кодування, бінаризацію, контекстно-адаптивне бінарно-арифметичне кодування (context adaptive binary arithmetic coding, CABAC), синтаксис-основане контекстно-адаптивне бінарно-арифметичне кодування (syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding, SBAC), ентропійне кодування з розбиттям з інтервалом вірогідності (probability interval partitioning entropy, PIPE) або інший метод або спосіб ентропійного кодування, або переходити (без стиснення) на квантовані коефіцієнти 209, інтра-прогнозні параметри, параметри контурного фільтра і/або інші синтаксичні елементи для отримання даних 21 кодової картини, які можуть бути виведені через вивід 272, наприклад, у формі кодованого бітового потоку 21 так, що відеодекодер 30 може отримувати і використовувати параметри для декодування. Кодований бітовий потік 21 можна передавати до відеодекодера 30 або зберігати у пам'яті для подальшої передачі або повернення відеодекодером 30.

Інші структурні варіанти відеокодера 20 можна використовувати для кодування відеопотоку. Наприклад, кодер 20 на перетворюваній основі може квантувати залишковий сигнал безпосередньо без модуля 206 процесингу перетворення для певних блоків або кадрів. У ще одному втіленні кодер 20 може мати модуль 208 квантування і модуль 210 зворотного квантування, об'єднані у єдиний модуль.

ДЕКОДЕР І СПОСІБ ДЕКОДУВАННЯ

Фіг. 3 показує приклад відеодекодера 30, який виконано з можливістю втілювати способи цієї дійсної заявки. Відеодекодер 30 виконано з можливістю отримувати дані 21 кодової картини (наприклад, кодований бітовий потік 21), наприклад за допомогою кодера 20, щоб отримувати декодовану картинку 331. Дані кодової картини або бітовий потік включає інформацію для декодування даних кодової картини, наприклад дані, які представляють блоки картинок фрагмента кодованого відео і пов'язані синтаксичні елементи.

У прикладі за Фіг. 3 декодер 30 включає модуль 304 ентропійного декодування, модуль 310 зворотного квантування, модуль 312 процесингу зворотного перетворення, модуль 314 відновлення (наприклад суматор 314), контурний фільтр 320, буфер 330 декодованої картини (decoded picture buffer, DPB), інтер-прогнозний модуль 344 і інтра-прогнозний модуль 354. Інтер-прогнозний модуль 344 може представляти собою або включати модуль компенсації руху. Відеодекодер 30 може у деяких прикладах виконувати процедуру декодування загалом протилежно до процедури кодування, описаної з посиланням на відеокодер 100 з фіг. 2.

Як описано з посиланням на кодер 20, модуль 210 зворотного квантування, модуль 212 процесингу зворотного перетворення, модуль 214 відновлення, контурний фільтр 220, буфер 230 декодованої картини, модуль 344 інтерпрогнозування і модуль 354 інтрапрогнозування також називаються складовими "вбудованого декодера" відеокодера 20. Відповідно, модуль 310 зворотного квантування може бути функціонально ідентичним модулю 110 зворотного квантування; модуль 312 процесингу зворотного перетворення може бути функціонально ідентичним модулю 212 процесингу зворотного перетворення; модуль 314 відновлення може бути функціонально ідентичним модулю 214 відновлення; контурний фільтр 320 може бути функціонально ідентичним контурному фільтру 220; а буфер 330 декодованої картини може бути функціонально ідентичним буферу 230 декодованої картини. Таким чином, пояснення, надані для відповідних модулів і функцій відеокодера 20 відповідним чином розповсюджуються на відповідні модулі і функції відеодекодера 30.

ЕНТРОПІЙНЕ ДЕКОДУВАННЯ

Модуль 304 ентропійного кодування виконаний з можливістю виконувати синтаксичний аналіз бітового потоку 21 (або, взагалі, даних 21 кодової картини) і виконувати, наприклад, ентропійне декодування відносно даних 21 кодової картини, щоб отримувати, наприклад, квантовані коефіцієнти 309 і/або декодовані параметри кодування (не показані на фіг. 3), наприклад, якісь або усі інтер-прогнозні параметри (наприклад, індекс опорної картини і вектор руху), інтра-прогнозні параметри (наприклад, інтра-прогнозний режим або індекс), параметри перетворення, параметри квантування, параметри контурного фільтра і/або інші синтаксичні елементи. Модуль 304 ентропійного декодування може бути виконаний з можливістю застосовувати алгоритми або схеми декодування, аналогічні схемам кодування, як описано з посиланням на модуль 270 ентропійного кодування кодера 20. Модуль 304 ентропійного декодування може додатково бути виконаний з можливістю надавати інтер-прогнозні параметри, інтра-прогнозні параметри і/або інші синтаксичні елементи до модуля 360 вибору режиму і інші параметри до інших модулів декодера 30. Відеодекодер 30 може отримувати синтаксичні елементи на рівні відеофрагмента і/або на рівні відеоблока.

ЗВОРОТНЕ КВАНТУВАННЯ

Модуль 310 зворотного квантування може бути виконаний з можливістю отримувати

параметри (quantization parameters, QP) квантування (або взагалі інформацію, пов'язану зі зворотним квантуванням) і квантовані коефіцієнти від даних 21 кодової картини (наприклад, шляхом синтаксичного аналізу і/або декодування, наприклад за допомогою модуля 304 ентропійного декодування) і застосовувати, на основі параметрів квантування, зворотне квантування на декодованих квантованих коефіцієнтах 309 для отримання деквантованих коефіцієнтів 311, які можна також назвати коефіцієнтами 311 перетворення. Процес зворотного квантування може включати використання параметра квантування, визначеного відеокодером 20 для кожного відеоблока у відеофрагменті, щоб визначати ступінь квантування і, аналогічно, ступінь зворотного квантування, який буде застосований.

ЗВОРОТНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ

Модуль 312 процесингу зворотного перетворення може бути виконаний з можливістю отримувати деквантовані коефіцієнти 311 і застосовувати перетворення до деквантованих коефіцієнтів 311 з метою отримувати відновлені залишкові блоки 213 в області зразка. Відновлені залишкові блоки 213 можуть також називатися блоками 313 перетворення. Перетворення може бути зворотним перетворенням, наприклад, зворотним DCT, зворотним DST, зворотним цілочисловим перетворенням або концептуально подібним процесом зворотного перетворення. Модуль 312 процесингу зворотного перетворення може бути додатково виконаний з можливістю отримувати параметри перетворення або аналогічну інформацію від даних 21 кодової картини (наприклад, шляхом синтаксичного аналізу і/або декодування, наприклад за допомогою модуля 304 ентропійного кодування) для визначення, яке перетворення застосовувати до деквантованих коефіцієнтів 311.

ВІДНОВЛЕННЯ

Модуль 314 відновлення (наприклад, засіб додавання або суматор 314) виконаний з можливістю додавати відновлений залишковий блок 313 до прогнозного блока 365 для отримання відновленого блока 315 в області зразків, наприклад шляхом додавання значень зразків відновленого залишкового блока 313 і значень зразків прогнозного блока 365.

ФІЛЬТРУВАННЯ

Модуль 320 контурного фільтра (або у контурі кодування, або після контура кодування) виконаний з можливістю отримувати фільтрований блок 321, наприклад, щоб згладити піксельні переходи або, в іншому випадку, покращити якість відео. Модуль 320 контурного фільтра може включати один або більше контурних фільтрів, таких як деблокуючий фільтр, адаптивний до зразків фільтр зі зміщенням (sample-adaptive offset, SAO), або один або більше інших фільтрів, наприклад фільтр двосторонньої дії, адаптивний контурний фільтр (adaptive loop filter, ALF), фільтри збільшення різкості або згладжування, або об'єднані фільтри, або будь-яку їх комбінацію. Хоча модуль 320 контурного фільтра, показаний на фіг. 3, є фільтром у контурі, в інших конфігураціях модуль 320 контурного фільтра може бути втілений як пост-контурний фільтр.

БУФЕР ДЕКОДОВАНОЇ КАРТИНКИ

Декодовані відеоблоки 321 картини у подальшому зберігаються у буфері 330 декодованої картини, який зберігає декодовані картини 331, як опорні картини для наступної компенсації руху для інших картинок і/або для виведення на відповідний дисплей.

Декодер 30 виконаний з можливістю виводити декодовану картинку 311, наприклад, через вивід 312, для представлення або візуалізації користувачу.

ПРОГНОЗУВАННЯ

Інтер-прогнозний модуль 344 може бути ідентичним інтер-прогнозному модулю 244 (особливо модулю компенсації руху), а інтра-прогнозний модуль 354 може бути ідентичним інтра-прогнозному модулю 254 функціонально, і виконує задачі з розділення або розбиття і прогнозування на основі параметрів розбиття і/або прогнозування або відповідної інформації, отриманої від даних 21 кодової картини (наприклад, шляхом синтаксичного аналізу і/або декодування, наприклад за допомогою модуля 304 ентропійного декодування). Модуль 360 вибору режиму може бути виконаний з можливістю здійснювати прогнозування (інтра- або інтерпрогнозування) поблоково на основі відновлених картинок, блоків або відповідних зразків (фільтрованих або нефільтрованих) для отримання прогнозного блока 365.

Якщо відеофрагмент кодується як інтра-кодований (I) фрагмент, інтра-прогнозний модуль 354 модуля 360 вибору режиму виконується з можливістю створювати прогнозний блок 365 для блоку картини поточного відеофрагмента на основі сигнального інтра-прогнозного режиму, а також даних від попередньо декодованих блоків поточної картини. Якщо відеокартинка кодована як інтер-кодований (тобто, B або P) фрагмент, інтер-прогнозний модуль 344 (наприклад, модуль компенсації руху) модуля 360 вибору режиму виконується з можливістю створювати прогнози блоків 365 для відеоблока поточного відеофрагмента на основі векторів

руху і інших синтаксичних елементів, отриманих від модуля 304 ентропійного декодування. Для інтерпрогнозування блоки прогнозування можуть бути створені від однієї з опорних картинок всередині одного зі списків опорної картинки. Відеодекодер 30 може складати списки опорного кадру, список 0 і список 1, використовуючи стандартні способи складання на сонові опорних картинок, збережених в DPB 330.

Модуль 360 вибору режиму виконаний з можливістю визначати прогнозу інформацію для відеоблока поточного відеофрагмента шляхом синтаксичного аналізу векторів руху і інших синтаксичних елементів, а також використовує прогнозу інформацію для створення прогнозних блоків для поточного відеоблока, який декодується. Наприклад, модуль 360 вибору режиму використовує деякі з отриманих синтаксичних елементів для визначення режиму прогнозування (наприклад, інтра- або інтерпрогнозування), що використовується для кодування відеоблоків відеофрагмента, типу інтер-прогнозного фрагмента (наприклад, B-фрагмент, P-фрагмент або GPB-фрагмент), складової інформації для одного або більше списків опорної картинки для фрагмента, векторів руху для кожного інтер-кодованого відеоблока фрагмента, стан інтерпрогнозування для кожного інтер-кодованого відеоблока фрагмента та іншу інформацію для декодування відеоблоків у поточному відеофрагменті.

Інші варіанти відеодекодера 30 можна використовувати для декодування даних 21 кодової картинки. Наприклад, декодер 30 може створювати вивідний відеопотік без модуля 320 контурної фільтрації. Наприклад, не перетворюючий декодер 30 може зворотно квантувати залишковий сигнал безпосередньо без модуля 312 оброблення зворотного перетворення для певних блоків або кадрів. У ще одному втіленні відеодекодер 30 може мати модуль 310 зворотного квантування і модуль 312 процесингу зворотного перетворення, з'єднані у єдиний модуль.

Слід розуміти, що у кодері 20 і декодері 30 процесинговий результат на поточному етапі можна додатково піддати процесингу і потім вивести на наступний етап. Наприклад, після інтерполяційної фільтрації, витягування вектора руху або контурної фільтрації, може виконуватися додаткова операція, така як відсікання або зміщення, над результатом оброблення інтерполяційної фільтрації, витягування вектора руху або контурної фільтрації.

Слід зазначити, що додаткові операції можна застосовувати до витягнутих векторів руху поточного блока (включаючи, але не обмежуючись, вектори руху з контрольною точкою афінного режиму, субблокові вектори руху в афінні, планарні, ATMVP (advanced temporal motion vector prediction) режими, часові вектори руху та інше). Наприклад, значення вектора руху прив'язане до попередньо заданого діапазону згідно з його бітом представлення. Якщо представлений біт вектора руху є bitDepth , то діапазон є $-2^{(\text{bitDepth}-1)} \sim 2^{(\text{bitDepth}-1)}-1$, де " $\wedge$ " означає експонентування. Наприклад, якщо bitDepth прирівнюється до 16, діапазон є -32768~32767; якщо bitDepth прирівнюється до 18, діапазон є -131072~131071. Наприклад, значення витягнутого вектора руху (наприклад, вектори руху MV з чотирьох 4×4 субблоків всередині одного 8×8 блока) обмежується так, що максимальна різниця між цілими частинами чотирьох 4×4 субблокових векторів руху MV є не більшою, ніж N пікселів, так само як і не меншою, ніж 1 піксель. Надаються два способи для обмеження вектора руху згідно з bitDepth .

Спосіб 1: видалити надлишок найбільш значущого біту (MSB, most significant bit) за допомогою послідовних операцій

$$ux = (\text{mvx} + 2^{\text{bitDepth}}) \% 2^{\text{bitDepth}} \quad (1)$$

$$\text{mvx} = (ux \geq 2^{\text{bitDepth}-1}) ? (ux - 2^{\text{bitDepth}}) : ux \quad (2)$$

$$uy = (\text{mvy} + 2^{\text{bitDepth}}) \% 2^{\text{bitDepth}} \quad (3)$$

$$\text{mvy} = (uy \geq 2^{\text{bitDepth}-1}) ? (uy - 2^{\text{bitDepth}}) : uy \quad (4),$$

де mvx є горизонтальною складовою вектора руху блока зображення або субблока, mvy є вертикальною складовою вектора руху блока зображення або субблока, а ux і uy показують проміжне значення;

Наприклад, якщо значення mvx є -32769, після застосування формули (1) і (2), результуюче значення є 32767. В комп'ютерних системах десяткові числа зберігаються як двійковий код. Двійковий код числа -32769 є 1,0111,1111,1111,1111 (17 бітів), потім MSB відкидають, тому результуючим двійковим кодом є 0111,1111,1111,1111 (десятковим числом є 32767), яке аналогічне вихідному шляхом застосування формули (1) і (2).

$$ux = (\text{mvpx} + \text{mvd}x + 2^{\text{bitDepth}}) \% 2^{\text{bitDepth}} \quad (5)$$

$$\text{mvx} = (ux \geq 2^{\text{bitDepth}-1}) ? (ux - 2^{\text{bitDepth}}) : ux \quad (6)$$

$$uy = (\text{mvpy} + \text{mvd}y + 2^{\text{bitDepth}}) \% 2^{\text{bitDepth}} \quad (7)$$

$$\text{mvy} = (uy \geq 2^{\text{bitDepth}-1}) ? (uy - 2^{\text{bitDepth}}) : uy \quad (8)$$

Операції можна застосовувати під час додавання mvp (motion vector predictor, прогнозний засіб вектора руху) і mvd (motion vector difference, різниця вектора руху), як показано у формулі

(5) - (8).

Спосіб 2: видалити надлишок MSB за допомогою відсікання значення

$vx = \text{Clip3}(-2^{\text{bitDepth}-1}, 2^{\text{bitDepth}-1}-1, vx)$

$vy = \text{Clip3}(-2^{\text{bitDepth}-1}, 2^{\text{bitDepth}-1}-1, vy)$

- 5 де vx є горизонтальною складовою вектора руху блока зображення або субблока, vy є вертикальною складовою вектора руху блока зображення або субблока; x , y і z відповідно збігаються з трьома ввідними значеннями процесу відсікання MV , а визначення функції Clip3 є наступним:

$$\text{Clip3}(x, y, z) = \begin{cases} x; & z < x \\ y; & z > x \\ z; & \text{інакше} \end{cases}$$

- 10 Фіг. 4 є схематичною діаграмою пристрою 400 відеокодування згідно з варіантом розкриття. Пристрій 400 кодування відео придатний для втілення розкритих варіантів, як описано в даному документі. У варіанті здійснення пристроєм 400 відеокодування може бути декодер, такий як відеодекодер 30 за фіг. 1A або кодер, такий як відеокодер 20 за фіг. 1A.

- 15 Пристрій 400 кодування відео включає вхідні порти 410 (або ввідні порти 410) і приймальні модулі (Rx) 420 для приймання даних; процесор, модуль логіки, або центральний процесорний модуль (CPU) 430 для обробки даних; модулі (Tx) 440 передавача і вихідні порти 450 (або вивідні порти 450) для передавання даних; а також пам'ять 460 для збереження даних. Пристрій 400 відеокодування може також включати оптика-в-електрику (OE) компоненти і електрика-в-оптику (EO) компоненти, поєднані з вхідними портами 410, модулями 420 приймача, модулями 20 440 передавача і портами 450 виходу для виходу або входу оптичних або електричних сигналів.

- Процесор 430 втілюється як апаратний і програмний засіб. Процесор 430 може бути втілений як один або більше чипів CPU, ядер (наприклад, багатоядерний процесор), програмованих логічних матриць (field-programmable gate arrays, FPGAs), спеціалізованих інтегральних мікросхем (application specific integrated circuits, ASICs) і цифрових сигнальних процесорів (digital signal processors, DSPs). Процесор 430 знаходиться у інформаційному обміні 25 з вхідними портами 410, модулями 420 приймача, модулями 440 передавача, портами 450 виходу і пам'яттю 460. Процесор 430 включає модуль 470 кодування. Модуль 470 кодування втілює розкриті варіанти здійснення, викладені вище. Як приклад, модуль 470 кодування втілює, обробляє, готує або пропонує різні операції кодування. Відповідно, включення модуля 470 кодування пропонує суттєві удосконалення функціональності пристрою 400 відеокодування і впливає на перетворення пристрою 400 відеокодування до різного стану. Як варіант, модуль 30 470 кодування втілюється у вигляді інструкцій, збережених в пам'яті 460 і виконуваних процесором 430.

- Пам'ять 460 може включати один або більше дисків, стрічкових приводів і твердотільних 35 приводів, і може використовуватися як пристрій збереження надлишкових даних, для збереження програм, якщо такі програми обрані для виконання, а також зберігання інструкцій і даних, які читаються упродовж виконання програми. Пам'ять 460 може бути, наприклад, енергозалежною або енергонезалежною і може бути постійно запам'ятовуючим пристроєм (read-only memory, ROM), запам'ятовуючим пристроєм з довільною вибіркою (random access memory, RAM) трійкова асоціативна пам'ять (ternary content-addressable memory, TCAM), і/або 40 статичний запам'ятовуючий пристрій з довільною вибіркою (static random-access memory, SRAM).

- Фіг. 5 є спрощеною блоковою діаграмою апарата 500, який можна використовувати у один або у два способи - як вихідний пристрій 12 і цільовий пристрій 14, за фіг. 1 згідно з прикладним 45 варіантом здійснення.

- Процесор 502 в апараті 500 може бути центральним процесорним модулем. Альтернативно, процесор 502 може бути будь-яким іншим типом пристрою або множиною пристроїв, придатних для керування або оброблення інформації, існуючої або розробленої у подальшому. Також розкриті втілення можуть реалізовуватися, як показано, з одним процесором, наприклад, 50 процесором 502; переваги у швидкості і ефективності можна досягти, використовуючи більше, ніж один процесор.

- Пам'ять 504 в апараті 500 може бути постійним запам'ятовуючим пристроєм (read only memory, ROM) або запам'ятовуючим пристроєм з довільним доступом (random access memory, RAM) у втіленні. Як пам'ять 504, можна використовувати будь-який інший тип придатного 55 зберігаючого пристрою. Пам'ять 504 може включати код і дані 506, які доступні процесору 502 за допомогою шини 512. Пам'ять 504 може додатково включати операційну систему 508 і прикладні програми 510; прикладні програми 510 включають, щонайменше, одну програму, яка дозволяє процесору 502 виконувати способи, описані тут. Наприклад, прикладні програми 510

можуть включати програми 1 до N, які додатково включають програму відеокодування, яка виконує способи, описані тут.

Апарат 500 може також включати один або більше вивідних пристроїв, таких як дисплей 518. Такий дисплей 518 може бути, за одним прикладом, сенсорним дисплеєм, який об'єднує дисплей з сенсорним елементом, який спрацьовує від сенсорного введення. Дисплей 518 можна поєднати з процесором 502 через шину 512.

До того ж, хоча тут і відображена одинарна шина, шина 512 апарату 500 може складатися з множини шин. Додатково, вторинне сховище 514 можна безпосередньо з'єднати з іншими компонентами апарату 500 чи надати доступ через мережу; а також воно може охоплювати одинарний інтегрований модуль, такий як картка пам'яті або множину модулів, таких як множина карток пам'яті. Апарат 500 може, таким чином, бути втіленим у широкий діапазон конфігурацій.

ФІГ. 6 ілюструє схематичну діаграму множини режимів інтрапрогнозування, використовуваних в схемі HEVC UIP. Для блоків яскравості режими інтрапрогнозування можуть включати до 36 режимів інтрапрогнозування, які можуть включати три ненаправлених режими і 33 направлених режими. Ненаправлені режими можуть включати планарний режим прогнозування, середній (DC) режим прогнозування і режим прогнозування кольоровості за рахунок яскравості (LM). Планарний направлений режим прогнозування може виконувати прогнози, виходячи з поверхні блокової амплітуди на основі горизонтального і вертикального нахилу, який обумовлений границею блока. Режим DC прогнозування може виконувати прогнози, виходячи з рівної поверхні блока на основі значення, відповідного середньому значенню границі блока. Режим LM прогнозування може виконувати прогнози, виходячи зі значення кольоровості для блока, відповідно значенню яскравості для блока.

ФІГ. 7 показує приклад 67 режимів інтрапрогнозування, наприклад, як запропоновано для VVC, множину режимів інтрапрогнозування із 67 режимів інтрапрогнозування, які включають: планарний режим (індекс 0), dc режим (індекс 1) і ангулярні режими з індексами 2 - 66, причому лівий нижній ангулярний режим на фіг. 4 посилається на індекс 2, а нумерація індексів, які збільшуються до 66, який є найбільш ангулярним режимом у правій верхівці на фіг. 7.

Як показано на Фіг. 8, починаючи з другої версії VVC, деякі режими відповідають інтрапрогнозним направленням з перекосом, включаючи деякі з широких кутів (показані як пунктирні лінії). Для будь-якого з цих режимів, якщо відповідна позиція у складі блока є дрібною, то для прогнозування зразків у складі блока слід виконувати інтерполяцію набору сусідніх опорних зразків. HEVC і VVC використовує лінійну інтерполяцію між двома прилеглими опорними зразками. JEM використовує більш удосконалені 4-відвідні інтерполяційні фільтри. Коефіцієнти фільтра обираються або Гаусові, або Кубічні, залежно від значення ширини або висоти. Рішення про необхідність використання ширини або довжини узгоджується із рішенням про вибір основної опорної грані: якщо режим інтрапрогнозування є більшим або дорівнює діагональному режиму, то як основну опорну грань вибирають верхню грань опорних зразків, а значення ширини вибирається для визначення використовуваного інтерполяційного фільтра. У іншому випадку опора основної грані обирається з лівої грані блока, а висота контролює процес обирання фільтра. Конкретно, якщо довжина обраної грані менша або дорівнює 8 зразкам, застосовується 4-відвідна кубічна інтерполяція. У іншому випадку інтерполяційним фільтром стає 4-відвідний Гаусовий.

Аналогічно з інтрапрогнозуванням, інтрапрогнозування може вимагати інтерполяційне фільтрування, коли зразки в межах блока прогнозовані згідно з направленим режимом часткового нахилу. Якщо з даною метою використовується лінійний фільтр, то фільтрові коефіцієнти можна легко обчислити, якщо зразок у блоці, який підлягає прогнозуванню, збігається з частковою (субпіксельною) позицією в межах опорних зразків. Так, лінійний фільтр не вимагає LUT (Look-Up Table, пошукова таблиця) для зберігання своїх коефіцієнтів. Тим не менше, її можна використати замість прямого обчислення. Однак, якщо прогнозний модуль використовує довго-відвідні (наприклад, 4- або 8-відвідні) інтерполяційні фільтри, він може вимагати LUT для утримання коефіцієнтів інтерполяційних фільтрів, як виконано в інтерпрогнозному модулі, де 8-відвідний DCT-IF для яскравості і 4-відвідний DCT-IF для кольоровості зведені в таблицю, як показано в Таблиці 1 і Таблиці 2, відповідно.

Таблиця 1

Специфікація інтер-прогнозних коефіцієнтів $f_L[p]$ яскравості інтерполяційного фільтра для кожної 1/16 часткової позиції p зразка.

Позиція p часткового зразка	коефіцієнти інтерполяційного фільтра							
	$f_L[p][0]$	$f_L[p][1]$	$f_L[p][2]$	$f_L[p][3]$	$f_L[p][4]$	$f_L[p][5]$	$f_L[p][6]$	$f_L[p][7]$
1	0	1	-3	63	4	-2	1	0
2	-1	2	-5	62	8	-3	1	0
3	-1	3	-8	60	13	-4	1	0
4	-1	4	-10	58	17	-5	1	0
5	-1	4	-11	52	26	-8	3	-1
6	-1	3	-9	47	31	-10	4	-1
7	-1	4	-11	45	34	-10	4	-1
8	-1	4	-11	40	40	-11	4	-1
9	-1	4	-10	34	45	-11	4	-1
10	-1	4	-10	31	47	-9	3	-1
11	-1	3	-8	26	52	-11	4	-1
12	0	1	-5	17	58	-10	4	-1
13	0	1	-4	13	60	-8	3	-1
14	0	1	-3	8	62	-5	2	-1
15	0	1	-2	4	63	-3	1	0

Таблиця 2

Специфікація інтер-прогнозних коефіцієнтів $f_C[p]$ кольоровості інтерполяційного фільтра для кожної 1/32 часткової позиції p зразка.

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

Таблиця 2

Специфікація інтер-прогнозних коефіцієнтів $f_c[p]$ кольоровості інтерполяційного фільтра для кожної $1/32$ часткової позиції p зразка.

Позиція p часткового зразка	коефіцієнти інтерполяційного фільтра			
	$f_c[p][0]$	$f_c[p][1]$	$f_c[p][2]$	$f_c[p][3]$
26	-2	14	56	-4
27	-2	12	57	-3
28	-2	10	58	-2
29	-1	7	60	-2
30	0	4	62	-2
31	0	2	63	-1

Певний набір коефіцієнтів можна визначати, як показано в Таблиці 3.

Таблиця 3

Специфікація інтра-прогнозних коефіцієнтів f_c і f_g інтерполяційного фільтра, як описано в специфікації VVC версії 3.

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

Інтер-прогнозований зразок обчислюється за допомогою згортання з коефіцієнтами, визначеними у відповідності з субпіксельним зміщенням і типом фільтру, як показано далі:

$$s(x) = \left(\sum_{i=0}^{i<4} ("ref"_{i+x} \cdot c_i) + 32 \right) >> 6$$

5 У даному виразі ">>" показує побітову операцію зі зсувом праворуч.

Набір коефіцієнтів {c_i} отримується з пошукової таблиці (lookup-table, LUT). Таблиця 3 надає приклад значень, які зберігаються згідно з поточною схемою VVC, описаною в специфікації версії 3 (JVET-L1001 "Versatile Video Coding (Draft 3)", Універсальне відеокодування (версія 3)). Вибір між інтерполяційними фільтрами згладжування (fG) і збільшення різкості (fC) виконується з використанням умов MDIS (Mode-Dependent Intra Smoothing, режим-залежне інтра-згладжування). Так, або fC, або fG можна використовувати для створення прогнозних зразків блока.

15 Якщо обирається кубічний фільтр, прогнозований зразок s(x) додатково відсікається до допустимого діапазону значень, який визначається або з використанням SPS, або витягується з бітової глибини обраних компонентів.

Для деяких випадків використання може бути доцільним уникати утримання безпосередніх LUT для інтерполяційних фільтрів, оскільки використання LUT вимагає додаткової пам'яті і тому збільшує споживання енергії, як і розмір кристала. 1^й є критичним для мобільних засобів. 2^й негативно впливає на ціну.

20 Для згаданих випадків використання доцільно визначати коефіцієнти інтерполяційних фільтрів у аналітичний спосіб. Замість виконання виклику з LUT, фільтрові коефіцієнти можна обчислити з позиції p ввідного часткового зразка.

25 Згідно з варіантом здійснення даного розкриття пропонується спосіб для інтра- або інтер-прогнозного процесингу відеокادру, який включає етапи з: отримання опорного зразка; отримання значення субпіксельного зміщення; і фільтрування, використовуючи субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, опорного зразка для отримання значення прогнозного зразка, причому фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра задовольняють:

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_2 = 16 + \frac{p}{2}$$

$$c_3 = \frac{p}{2}$$

35 де p є дрібною часткою значення субпіксельного зміщення, а c₀, c₁, c₂, і c₃ є фільтровими коефіцієнтами субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра.

У одному зразковому втіленні опорні зразки можуть позначатися як ref[x], де

ref[x] = p[-1 - refldx+x][-1 - refldx], де x=0...nTbW+refldx+1.

40 відповідають масиву опорних зразків, а "p" стосується x-y двомірного масива p[x][y], який містить значення зразка. Кількість використаних опорних зразків може становити, щонайменше, один. В ще одному прикладі кількість опорних зразків може становити чотири.

В одному зразковому втіленні отримане значення субпіксельного зміщення може позначатися як

(y+1+refldx) * intraPredAngle

45 де "intraPredAngle" є значенням кута інтрапрогнозування.

В одному зразковому втіленні значення "predSamples[x][y]" прогнозного зразка можна отримати за допомогою

$$predSamples[x][y] = Clip1 \left(\left(\left(\sum_{i=0}^3 fT[i] \cdot ref[x + idx + i] \right) + 32 \right) >> 6 \right)$$

50 де fT[i] позначається як фільтрові коефіцієнти. Ці коефіцієнти можуть бути фільтровими коефіцієнтами яскравості або кольоровості для інтерпрогнозування, які відповідно

позначаються як fG і fC.

Вибір того, якими є фільтрові коефіцієнти - яскравості або кольоровості - можна втілити, використовуючи і встановлюючи показник "filterFlag", наприклад, як

fT[j] = filterFlag? fG[iFact][j]: fC[iFact][j],

5

де

iFact = ((y+1+refldx) * intraPredAngle) & 31.

Значення "31" стосується дрібної частки значення субпіксельного зміщення і може приймати інші значення, які відрізняються від "31". Значення фільтрових коефіцієнтів fG (яскравості) і/або fC (кольоровості) можна отримати аналітично "на льоту", використовуючи вищевказаний аналітичний вираз для фільтрових коефіцієнтів 4-відвідного фільтра. Таким чином, фільтрові коефіцієнти визначаються згідно зі значенням субпіксельного зміщення.

10

Відповідно, фільтрові коефіцієнти отримуються, не підключаючи відповідні значення фільтрових коефіцієнтів з пошукової таблиці (look-up table, LUT), а переважно отримуються за допомогою обчислення.

15

Альтернативно, фільтрові коефіцієнти можна обчислити, використовуючи вищенаведені формули, а значення можна зберігати в LUT.

Згідно з варіантом даного розкриття, фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра визначаються у таблиці наступним чином:

p	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
0	16	32	16	0
1	16	32	16	0
2	15	31	17	1
3	15	31	17	1
4	14	30	18	2
5	14	30	18	2
6	13	29	19	3
7	13	29	19	3
8	12	28	20	4
9	12	28	20	4
10	11	27	21	5
11	11	27	21	5
12	10	26	22	6
13	10	26	22	6
14	9	25	23	7
15	9	25	23	7
16	8	24	24	8
17	8	24	24	8
18	7	23	25	9
19	7	23	25	9
20	6	22	26	10
21	6	22	26	10
22	5	21	27	11
23	5	21	27	11
24	4	20	28	12
25	4	20	28	12
26	3	19	29	13
27	3	19	29	13
28	2	18	30	14
29	2	18	30	14
30	1	17	31	15
31	1	17	31	15

20

Згідно з аспектом даного розкриття пропонується спосіб для інтра- або інтер-прогнозного процесингу відеокadresу, який включає етапи з: отримання опорного зразка; отримання значення субпіксельного зміщення; і фільтрування, використовуючи субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, опорного зразка для отримання значення прогнозного зразка, причому

25

фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра визначаються

наступним чином:

p	c ₀	c ₁	c ₂	c ₃
0	16	32	16	0
1	16	32	16	0
2	15	31	17	1
3	15	31	17	1
4	14	30	18	2
5	14	30	18	2
6	13	29	19	3
7	13	29	19	3
8	12	28	20	4
9	12	28	20	4
10	11	27	21	5
11	11	27	21	5
12	10	26	22	6
13	10	26	22	6
14	9	25	23	7
15	9	25	23	7
16	8	24	24	8
17	8	24	24	8
18	7	23	25	9
19	7	23	25	9
20	6	22	26	10
21	6	22	26	10
22	5	21	27	11
23	5	21	27	11
24	4	20	28	12
25	4	20	28	12
26	3	19	29	13
27	3	19	29	13
28	2	18	30	14
29	2	18	30	14
30	1	17	31	15
31	1	17	31	15

де p є дрібною часткою значення субпіксельного зміщення, а c₀, c₁, c₂, і c₃ є фільтровими коефіцієнтами.

У одному зразковому втіленні значення фільтрових коефіцієнтів можна зберігати в LUT. Це означає, що для субпіксельного інтерполяційного фільтрування слід вибирати з LUT відповідні значення фільтрових коефіцієнтів.

ФІГ. 23 показує блок-схему процесингу інтра-/інтерпрогнозування. На етапі 2301 отримується опорний зразок. Опорний зразок може включати один або більше опорних зразків. Далі, на етапі 2302 отримується значення субпіксельного зміщення. Далі, на етапі 2303 фільтрується опорний зразок, використовуючи субпіксельний інтерполяційний фільтр, який має коефіцієнти, {c_i} де i=0, ... 3. Це називається 4-відвідним фільтром і/або 4-точковим фільтром.

Фільтрові коефіцієнти можна отримати з аналітичних виразів, де задано дрібну частку p значення субпіксельного зміщення. Фільтрові коефіцієнти можуть також отримуватися з LUT, з посиланням на значення p.

Згідно з варіантом даного розкриття, біт p прирівнюється до нуля.

Згідно з варіантом даного розкриття, p збільшується на 1 і у подальшому нижній біт збільшеного p прирівнюється до нуля перш, ніж вказаний p використовується для отримання фільтрових коефіцієнтів.

Згідно з варіантом даного розкриття, отримання фільтрових коефіцієнтів включає етап обчислення фільтрових коефіцієнтів згідно з

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + c_0$$

$$c_2 = c_0 + p$$

$$c_3 = c_0 - p$$

5 Це може надати перевагу у обчисленні фільтрових коефіцієнтів c_{i+1} з попередніх фільтрових коефіцієнтів c_i . Додатково це може зменшити час для обчислення фільтрових коефіцієнтів.

Запропоноване втілення допускає два підходи до витягування фільтрових коефіцієнтів: LUT вибирання і безпосереднє обчислення згідно з запропонованими виразами.

10 Одна з характеристик інтерполяційного фільтра полягає в лінійній залежності його фазового зміщення від позиції p часткового зразка. Варіанти здійснення винаходу застосовують залежність для отримання значення фільтрового коефіцієнта, використовуючи прості операції над позицією p часткового зразка.

15 Лінійна залежність використовується для витягування коефіцієнтів fG інтерполяційного згладжуючого фільтра. Витягування коефіцієнтів fC інтерполяційного фільтра збільшення різкості ґрунтується на використанні абсолютного значення лінійного виразу на основі p .

20 Згідно з варіантом даного розкриття, пропонується спосіб відеокодування, спосіб включає процесинг інтрапрогнозування блока відеокadresу, який включає: фільтрування, використовуючи субпиксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, опорного зразка відеокadresу; причому субпиксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр є комбінацією фільтрів, з фільтровими коефіцієнтами, щонайменше, одного фільтра, які задовольняють:

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2}$$

$$25 \quad c_2 = 16 + \frac{p}{2}$$

$$c_3 = \frac{p}{2},$$

де p є позицією часткового зразка субпиксельного зміщення, а c_0 , c_1 , c_2 , і c_3 є фільтровими коефіцієнтами.

30 ФІГ. 24 є блок-схемою відеокодування. На етапі 2410 процесинг інтрапрогнозування виконується шляхом фільтрування опорного зразка блока, використовуючи субпиксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр.

35 Згідно з варіантом даного розкриття, субпиксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр є згладжуючим фільтром, що являє собою паралельну комбінацію двох фазозалежних лінійних фільтрів і низькочастотного фільтру.

Згідно з варіантом даного розкриття, субпиксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр є фільтром збільшення різкості, що являє собою паралельну комбінацію одного фазозалежного лінійного фільтра і високочастотного фільтру змінного навантаження.

40 Згідно з варіантом даного розкриття, високочастотний фільтр змінного навантаження являє собою фазо-незалежний високочастотний фільтр з кінцевою імпульсною характеристикою (phase-independent high-pass finite impulse response, FIR), вивід якого множиться за допомогою фазозалежного параметра навантаження.

Згідно з будь-яким із попередніх варіантів даного розкриття, нижній біт p прирівнюється до нуля.

45 Згідно з варіантом даного розкриття, p збільшується на 1 і у подальшому нижній біт збільшеного значення прирівнюється до нуля перш, ніж значення використовується для витягування коефіцієнтів інтерполяційного фільтра.

Згідно з варіантом даного розкриття, виконується операція відсікання для виводу високочастотного фільтра змінного навантаження.

50 Варіанти здійснення винаходу виражають фільтрові коефіцієнти, як комбінацію двох або більше FIR (finite impulse response, фільтр зі скінченною імпульсною характеристикою) фільтрів. Комбінація може включати наступні опції:

- послідовна комбінація, тобто згортка коефіцієнтів;
- паралельна комбінація, тобто зважена сума коефіцієнтів.

55 Кожен з цих фільтрів може або не може залежати від фазового параметра P , який є

функцією позиції p часткового зразка. Коефіцієнти фільтрів, які належать до комбінації, мають просте представлення від фазового параметра P .

У одному варіанті, на Фіг. 9, набір опорних зразків вводиться в інтерполяційний фільтр.

У одному варіанті, у випадку з інтерполяційним фільтром згладжування, значення фазового параметра P є аналогічним значенню позиції p часткового зразка. На Фіг. 9 блоки $F1$ і $F2$ представляють лінійні інтерполяційні фільтри. Коефіцієнти для кожного з цих фільтрів виражаються з фазового параметра p наступним чином:

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_3 = \frac{p}{2}$$

У прикладі, тут і далі, операцію ділення можна задавати з округленням, або без нього, тобто:

$$\frac{a}{2^n} = a \gg n$$

або

$$\frac{a}{2^n} = (a + 2^{n-1}) \gg n$$

де " a " є чисельником дробу, а " n " є добутком двох параметрів знаменника.

Блок $F3$ представляє двох-відвідний низькочастотний фільтр, який має сталі коефіцієнти:

$$c_0 = 16, \\ c_1 = 16.$$

У прикладі фільтри $F1 \dots F3$ є ненормалізованими, $F3$ має вищий DC коефіцієнт посилення, ніж $F1$ і $F3$ має вищий DC коефіцієнт посилення, ніж $F2$.

Вивід фільтрів $F1 \dots F3$ підсумовується і нормалізується. Нормалізацію (блок " $\gg$ ") можна виконувати, наприклад, шляхом зміщення праворуч або шляхом ділення з округленням, як описано нижче.

Підсумкове рівняння для даної комбінації (еквівалентний 4-відвідний фільтр) виражається наступним чином:

$$\begin{cases} c_0 = 16 - \frac{p}{2} \\ c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2} \\ c_2 = 16 + \frac{p}{2} \\ c_3 = \frac{p}{2} \end{cases}$$

Варіант здійснення допускає втілення на основі LUT. Згідно з даним втіленням, значення коефіцієнта можна також визначати, використовуючи LUT. Значення, збережені в цій LUT, визначають, використовуючи Таблицю 4 (для обох випадків: з округленням і без).

Таблиця 4

Специфікація коефіцієнта інтерполяційного інтра-прогнозного фільтра для фільтра зі зміщенням.

p	З округленням				Без округлення			
	c_0	c_1	c_2	c_3	c_0	c_1	c_2	c_3
0	16	32	16	0	16	32	16	0
1	15	31	17	1	16	32	16	0
2	15	31	17	1	15	31	17	1

Таблиця 4

Специфікація коефіцієнта інтерполяційного інтра-прогнозного фільтра для фільтра зі зміщенням.

p	З округленням				Без округлення			
	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
3	14	30	18	2	15	31	17	1
4	14	30	18	2	14	30	18	2
5	13	29	19	3	14	30	18	2
6	13	29	19	3	13	29	19	3
7	12	28	20	4	13	29	19	3
8	12	28	20	4	12	28	20	4
9	11	27	21	5	12	28	20	4
10	11	27	21	5	11	27	21	5
11	10	26	22	6	11	27	21	5
12	10	26	22	6	10	26	22	6
13	9	25	23	7	10	26	22	6
14	9	25	23	7	9	25	23	7
15	8	24	24	8	9	25	23	7
16	8	24	24	8	8	24	24	8
17	7	23	25	9	8	24	24	8
18	7	23	25	9	7	23	25	9
19	6	22	26	10	7	23	25	9
20	6	22	26	10	6	22	26	10
21	5	21	27	11	6	22	26	10
22	5	21	27	11	5	21	27	11
23	4	20	28	12	5	21	27	11
24	4	20	28	12	4	20	28	12
25	3	19	29	13	4	20	28	12
26	3	19	29	13	3	19	29	13
27	2	18	30	14	3	19	29	13
28	2	18	30	14	2	18	30	14
29	1	17	31	15	2	18	30	14
30	1	17	31	15	1	17	31	15
31	0	16	32	16	1	17	31	15

З Таблиці 4 можна відмітити, що коефіцієнти знаходяться в межах діапазону [0, 31]. Цей факт пояснює технічну перевагу винаходу, яка полягає в можливості використовувати 16-бітові множники для 8-бітових і 10-бітових картинок, які використовуються і будуть використані, щонайменше, найчастіше в середньо-строковій перспективі. Типове втілення винаходу включатиме чотири паралельних операції множення, причому операнди множення мають глибини бітів, максимум, 6 для фільтрових коефіцієнтів і 10 для зразків. Результат множення не перевищуватиме 16-бітового значення, що робить запропоновані коефіцієнти дружніми з точки зору втілення.

У режимі інтерпрогнозування виконується компенсація руху блока. Компенсація руху повинна включати етап з інтерполяційного фільтрування, який подібний до інтра-інтерполяційного фільтрування. Ще одне переважна властивість винаходу полягає в тому, що коефіцієнти інтерполяційних фільтрів мають однакову точність (тобто бітова глибина значень коефіцієнтів однакова) як для інтра-, так і для інтер-прогнозних режимів. Якщо точність коефіцієнтів інтерполяційного фільтра є вищою у випадку інтрапрогнозування, це може негативно впливати на обчислювану складність відеокодека. Причина в тому, що інтрапрогнозування за своїми характеристиками є послідовним, оскільки вимагає відновлення зразків попередніх блоків. Навпаки, інтерпрогнозування може виконуватися паралельно. Відповідно, якщо точність інтерполяції є вищою для інтрапрогнозування, ніж для інтер-, то це може посилити дисбаланс втілення між каналами інтра- і інтерпрогнозування. Ця орієнтація

точності дозволяє уникнути такі негативні наслідки.

Ще одна перевага пропонованого винаходу полягає у скороченні диверсифікації коефіцієнтів. Враховуючи, що пари сусідніх рядків Таблиці 4 є ідентичними, практичне втілення винаходу вибиратиме з LUT, яка має лише 16 рядків (рядки відповідають кожному значенню p у випадку "без округлення" і рядки відповідають випадковим значенням p у випадку "з округленням") замість 32 рядків.

Технічний ефект винаходу полягає в тому, що він забезпечує, щонайменше, наступні типи втілень:

- втілення без LUT, які обчислюють фільтрові коефіцієнти, використовуючи значення p , причому обчислення основане на аналітичних виразах, описаних вище; і
- втілення на основі LUT, які вибирають фільтрові коефіцієнти з LUT, використовуючи індексне значення на основі значення p .

Точність значення p зменшується при обчисленні значень коефіцієнтів. Зокрема, значення

коефіцієнтів витягуються на основі результатів цілочислового ділення на 2, тобто $\frac{p}{2}$ що можна втілювати як зміщення праворуч на 1, яке просто втілюється у апаратних засобах. Для втілень на основі LUT таке зменшення точності призводить до зменшення пам'яті, необхідної для зберігання LUT. В апаратному забезпеченні, це зможе також зменшити кількість провідників адресної шини LUT.

Згідно з варіантом даного розкриття пропонується апарат для процесингу інтра- або інтерпрогнозування відеокадру, який включає: модуль отримання опорного зразка, виконаний з можливістю отримувати опорний зразок; модуль отримання значення субпіксельного зміщення, виконаний з можливістю отримувати значення субпіксельного зміщення; і субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, виконаний з можливістю фільтрувати опорний зразок для отримання значення прогнозного зразка, причому фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра задовольняють:

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_2 = 16 + \frac{p}{2}$$

$$c_3 = \frac{p}{2}$$

де p є дрібною часткою значення субпіксельного зміщення, а c_0 , c_1 , c_2 , і c_3 є фільтровими коефіцієнтами субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра.

Згідно з варіантом даного розкриття, фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра визначаються у таблиці наступним чином:

p	c_0	c_1	c_2	c_3
0	16	32	16	0
1	16	32	16	0
2	15	31	17	1
3	15	31	17	1
4	14	30	18	2
5	14	30	18	2
6	13	29	19	3
7	13	29	19	3
8	12	28	20	4
9	12	28	20	4
10	11	27	21	5
11	11	27	21	5
12	10	26	22	6
13	10	26	22	6
14	9	25	23	7
15	9	25	23	7

16	8	24	24	8
17	8	24	24	8
18	7	23	25	9
19	7	23	25	9
20	6	22	26	10
21	6	22	26	10
22	5	21	27	11
23	5	21	27	11
24	4	20	28	12
25	4	20	28	12
26	3	19	29	13
27	3	19	29	13
28	2	18	30	14
29	2	18	30	14
30	1	17	31	15
31	1	17	31	15

- 5 Згідно з варіантом даного розкриття, пропонується апарат для процесингу інтра- або інтерпрогнозування відеокадру, який включає: модуль отримання опорного зразка, виконаний з можливістю отримувати опорний зразок; модуль отримання значення субпіксельного зміщення, виконаний з можливістю отримувати значення субпіксельного зміщення; і субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, виконаний з можливістю фільтрувати опорний зразок для отримання значення прогностного зразка, причому фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра визначаються наступним чином:

p	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃
0	16	32	16	0
1	16	32	16	0
2	15	31	17	1
3	15	31	17	1
4	14	30	18	2
5	14	30	18	2
6	13	29	19	3
7	13	29	19	3
8	12	28	20	4
9	12	28	20	4
10	11	27	21	5
11	11	27	21	5
12	10	26	22	6
13	10	26	22	6
14	9	25	23	7
15	9	25	23	7
16	8	24	24	8
17	8	24	24	8
18	7	23	25	9
19	7	23	25	9
20	6	22	26	10
21	6	22	26	10
22	5	21	27	11
23	5	21	27	11
24	4	20	28	12
25	4	20	28	12
26	3	19	29	13
27	3	19	29	13
28	2	18	30	14
29	2	18	30	14

30	1	17	31	15
31	1	17	31	15

де p є дрібною часткою значення субпіксельного зміщення, а c_0, c_1, c_2, c_3 є фільтровими коефіцієнтами.

5 ФІГ. 25 показує схему модуля 2500 Інтра-/Інтерпрогнозування, яка включає модуль 2510 отримання опорного зразка, модуль 2520 отримання значення субпіксельного зміщення і субпіксельний інтерполяційний фільтр 2530.

10 Згідно з варіантом даного розкриття, пропонується апарат для відеокодування, який включає: модуль процесингу інтрапрогнозування, виконаний з можливістю виконувати інтрапрогнозування блока відеокадру; і субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр, виконаний з можливістю фільтрувати опорний зразок відеокадру; де субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр є комбінацією фільтрів, з фільтровими коефіцієнтами, щонайменше, одного фільтра, які задовольняють:

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

15 $c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2}$

$$c_2 = 16 + \frac{p}{2}$$

$$c_3 = \frac{p}{2}$$

20 де p є позицією часткового зразка субпіксельного зміщення, а c_0, c_1, c_2, c_3 є фільтровими коефіцієнтами.

ФІГ. 26 показує схему модуля 2600 відеокодування, який включає модуль 2610 процесингу інтрапрогнозування і субпіксельний інтерполяційний фільтр 2620.

25 Згідно з варіантом даного розкриття, пропонується кодер (20), який включає схему процесингу для виконання способу згідно з будь-яким одним із попередніх варіантів даного розкриття.

Згідно з варіантом даного розкриття, пропонується декодер (30), який включає схему процесингу для виконання способу згідно з будь-яким одним із попередніх варіантів даного розкриття.

30 Згідно з варіантом даного розкриття, пропонується комп'ютерний програмний продукт, який включає програмний код для виконання способу згідно з будь-яким одним із попередніх варіантів даного розкриття.

35 Згідно з варіантом даного розкриття пропонується декодер, який включає: один або більше процесорів; а також нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, причому програми під час виконання процесорами надають можливість декодеру виконувати спосіб згідно з будь-яким одним з попередніх варіантів даного розкриття.

40 Згідно з варіантом даного розкриття пропонується кодер, який включає: один або більше процесорів; а також нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, причому програми під час виконання процесорами надають можливість кодеру виконувати спосіб згідно з будь-яким одним з попередніх варіантів даного розкриття.

45 Дане розкриття згідно з будь-яким із попередніх варіантів може надавати перевагу у виконанні інтра-/інтерпрогнозування відеокадру у швидкий спосіб. Так є тому, що фільтрові коефіцієнти інтерполяційного фільтра отримуються у аналітичний спосіб, тобто згадані коефіцієнти обчислюються "у польоті". Це запобігає зберіганням коефіцієнтів у пошуковій таблиці (look-up table, LUT), вимагаючи час доступу для читання коефіцієнтів з пам'яті.

50 Тому прогнозування стає більш ефективним і потребує менше необхідної пам'яті. Це дозволяє також втілювати прогнозування з меншими витратами. Більше того, оскільки коефіцієнти $\{c_i\}$ аналітичного фільтра є лінійними у позиції p часткового зразка і передбачають операції ділення на 2, відповідні операції можна виконувати ефективно, застосовуючи швидкі низькорівневі розрядні операції. Відповідний час для виконання бітової операції і для обчислення фільтрових коефіцієнтів є коротшим, ніж час для доступу до збережених коефіцієнтів з LUT. Таким чином, зменшується затримка.

Більше того, особлива аналітична структура фільтрових коефіцієнтів може надавати

перевагу у втіленні з незначною складністю фільтрового модуля(ів). Додатково, характеристика фільтра (тобто характеристика частоти) для різних субпіксельних позицій узгоджується відносно магнітуди і фази, а також запобігає артефактам в характеристиці, особливо на високих частотах. Лінійність фільтрових коефіцієнтів може надавати перевагу у вторинних апаратних засобах.

У одному варіанті здійснення, для випадку з інтерполяційним фільтром збільшення різкості, параметр S навантаження визначається наступним чином:

$$S = \frac{48 - [3p - 48]}{8}$$

Цей параметр S навантаження визначають, щоб мати максимальне значення у напівпіксельній позиції (p=16). Для субпіксельних позицій, близьких до цілочислових, параметр S навантаження має нижче значення. Прикладна комбінація фільтрів показана на Фіг. 10. Блок F1 на даній фігурі представляє лінійний фільтр, коефіцієнти якого визначаються наступним чином:

$$c_0 = 64 - (p < 1),$$

$$c_1 = p < 1.$$

Блок F2 представляє високочастотний фільтр з наступними коефіцієнтами:

$$c_0 = -1$$

$$c_1 = 1$$

$$c_2 = 1$$

$$c_3 = -1$$

Вивід блока F2 множиться на параметр S навантаження. Результат множення додатково додається до виводу лінійного фільтра F1, а підсумок нормалізується.

Підсумковий вираз для даної комбінації (еквівалентний 4-відвідний фільтр) виражається наступним чином:

$$c_0 = -S$$

$$c_1 = 64 - (p < 1) + S$$

$$c_2 = (p < 1) + S$$

$$c_3 = -S$$

Для даного виразу також можливе втілення на основі LUT. Таблиця 5 надає значення коефіцієнтів.

Таблиця 5

Специфікація коефіцієнта інтерполяційного інтра-прогнозного фільтра для фільтра збільшення різкості.

p	c ₀	c ₁	c ₂	c ₃
0	0	64	0	0
1	0	62	2	0
2	0	60	4	0
3	-1	59	7	-1
4	-1	57	9	-1
5	-1	55	11	-1
6	-2	54	14	-2
7	-2	52	16	-2
8	-3	51	19	-3
9	-3	49	21	-3
10	-3	47	23	-3
11	-4	46	26	-4
12	-4	44	28	-4
13	-4	42	30	-4

Таблиця 5

Специфікація коефіцієнта інтерполяційного інтра-прогнозного фільтра
для фільтра збільшення різкості.

p	c ₀	c ₁	c ₂	c ₃
14	-5	41	33	-5
15	-5	39	35	-5
16	-6	38	38	-6
17	-5	35	39	-5
18	-5	33	41	-5
19	-4	30	42	-4
20	-4	28	44	-4
21	-4	26	46	-4
22	-3	23	47	-3
23	-3	21	49	-3
24	-3	19	51	-3
25	-2	16	52	-2
26	-2	14	54	-2
27	-1	11	55	-1
28	-1	9	57	-1
29	-1	7	59	-1
30	0	4	60	0
31	0	2	62	0

Оскільки фільтр F2 має від'ємні коефіцієнти, нормалізований результат додатково відсічеться, щоб поміститися в діапазон допустимих значень, які могли б або сигналізуватися в SPS, або витягуватися з бітової глибини зразків.

5 Альтернативний варіант повинен визначити альтернативну позицію операції відсікання (дивись Фіг. 11). Ця альтернативна конструкція оснований на тому, що лінійний фільтр F1 може не мати вивідного значення, яке нижче або вище, ніж будь-яке з його ввідних даних.

У одному варіанті блок відсікання діє з використанням наступних етапів.

10 Етап один полягає в визначенні того, чи виконувати встановлення мінімального порогу, чи максимального порогу.

Етап два залежить від результату етапу один. Як правило, виконується встановлення або мінімального, або максимального порогу.

15 Встановлення мінімального порогу застосовується у випадку, коли ввід до блоку відсікання є від'ємним. Інакше застосовується встановлення максимального порогу. Вивід v_c етапу два (і блока відсікання) може визначатися наступним чином:

$$v_c = \begin{cases} v < 0, v_{cmin} \\ \text{інакше, } v_{cmax} \end{cases}$$

20 Для ввідного значення v , вивід по встановленню мінімального порогу v_{cmin} обчислюється наступним чином:

$$v_{cmin} = -\min\left(-v, \frac{\min(\text{ref}_x, \text{ref}_{x-1})}{S}\right)$$

Вивід по встановленню максимального порогу обчислюється наступним чином:

$$v_{cmax} = -\min\left(v, \frac{p_{max} - \max(\text{ref}_x, \text{ref}_{x-1})}{S}\right)$$

де p_{max} є максимальним значенням діапазону допустимого значення зразка.

25 Значення ref_x і ref_{x-1} є ввідними опорними зразками, показаними на Фіг. 11, які є вводом лінійного фільтра F1.

У одному варіанті, у випадку, коли відсікання виконується після операції множення, v_c обчислюється наступним чином:

$$v_c = \begin{cases} v < 0, -\min(-v, \min(\text{ref}_x, \text{ref}_{x-1})) \\ \text{інакше, } \min(v, p_{\max} - \max(\text{ref}_x, \text{ref}_{x-1})) \end{cases}$$

У деяких варіантах фільтр F3 на Фіг. 9, фільтр F2 на Фіг. 10 і Фіг. 11 можуть не залежати від фазового параметра P. Ці варіанти спрощують втілення, оскільки вивід цих фільтрів може бути
 5 однаковим для кожного ввідного рядка прогнозованих зразків, тому цей етап може виконуватися перед початком інтерполяційного процесу, наприклад, на етапі процесу фільтрування опорного зразка. Такий підхід збільшує паралельність і тому зменшує тривалість направленої фільтрування.

Ще один альтернативний варіант (дивись Фіг. 12) використовує фільтр з регульованим навантаженням, не тільки множник фільтрового виводу. Фіг. 12A показує випадок, коли відсікання виконується для виводу високочастотного фільтра F2. Фіг. 12B показує випадок, коли відсікання виконується для виводу нормалізованого виводу комбінації F1 і F2. Прикладом фільтрів з регульованим навантаженням можуть бути наступні: фільтр двосторонньої дії, фільтр зворотного перетворення тощо.

15 Ще один варіант використовує зменшену дискретність p, тобто лише 16 із 32 записів використовуються. Це досягається шляхом, наприклад, прирівнювання найменшого значущого біту p до нуля.

Як показано на Фігурах 13-21, різні комбінації LUT-основаних і аналітичних представлень коефіцієнтів інтерполяційного фільтра можливі як для інтра-, так і інтерпрогнозування. Наприклад, Фіг. 14 ілюструє випадки використання, де коефіцієнти для інтерполяційних фільтрів згладжування, використовуваних у випадку інтрапрогнозування, обчислюються, тоді як коефіцієнти для інших інтерполяційних фільтрів, як для інтра-, так і для інтерпрогнозування зберігаються в таблицях LUT. Додатково, специфікація відеокодування може включати і LUT-основані, і аналітичні представлення коефіцієнтів інтерполяційного фільтра для здійснення
 25 різних втілень. Якщо описуються обидва представлення, то представлення LUT-основані і аналітичні надаватимуть ідентичні коефіцієнти.

Фіг. 22 представляє втілення способу обчислення коефіцієнтів, показаний на Фіг. 1.

У виразі

$$\begin{aligned} c_0 &= -S \\ c_1 &= 64 - (p < 1) + S \\ c_2 &= (p < 1) + S \\ c_3 &= -S \end{aligned}$$

35 параметр S навантаження визначається наступним чином:

$$S = \frac{48 - \lfloor 3p - 48 \rfloor}{8}$$

Таке втілення відповідає відмінному шляху витягування параметра S навантаження (позначений як підсумкове значення "q" на Фіг. 22). Значення позиції часткового зразка p направляється до демультіплексора DEMUX, який контролюється ввідним 1-бітовим сигналом SEL, який прирівнюється до значення 5-го найменш значущого біту p (який має також індекс 4, якщо індексування починається з нуля). Якщо цей біт дорівнює "1", сигнал "SEL" показує, що значення p є більшим, ніж 16 і слід обчислити наступне значення:

45 $q = -(\text{not}(31 \text{ xor } p))$,
 де "not" і "xor" є, відповідно, побітові операції NOT і XOR. Даний вираз є рівнозначним до $q = (32 - p)$ і може бути записаний мовами програмування C/C++, як
 $q = -(\sim(0 \times 1F \wedge p))$.

Інакше (тобто, якщо ввідний сигнал SEL демультіплексора DEMUX дорівнює "0"), пропускаються будь-які обчислення і сигнал p направляється до мультіплексора MUX, як сигнал q. Вивідний сигнал r мультіплексора MUX переходить до модуля, який обчислює значення t наступним чином:

$$t = ((r < 1) + r) >> 3,$$

де "<<" і ">>" є операціями лівого і правого зміщення, відповідно.

55 Фактично, таке значення t дорівнює параметру S навантаження. Додаткова оптимізація можлива шляхом виконання етапів, показаних на Фіг. 22 паралельно з одним із коефіцієнтів лінійного фільтра:

$$z = (64 - (p < 1))$$

Як тільки значення як z , так і S були обчислені, їх можна додавати один до іншого, щоб отримати $c_1 = z + S$.

Хоча варіанти здійснення винаходу в першу чергу описані на основі відеокодування, слід зазначити, що варіанти системи 10 кодування, кодера 20 і декодера 30 (і відповідно, системи 10), а також інші варіанти, описані в даному документі, можуть також бути виконані з можливістю процесингу або кодування сталої картинки, тобто процесингу або кодування індивідуальної картинки незалежно від будь-якої попередньої або послідовної картини, як у відеокодуванні. Загалом, лише модулі 244 інтерпрогнозування (кодер) і 344 (декодер) можуть бути не доступні у випадку, якщо процесингове кодування картини обмежене єдиною картинкою 17. Увесь інший функціонал (також називається інструментами або технологіями) відеокодера 20 і відеодекодера 30 може аналогічно використовуватися для процесингу сталої картини, наприклад, обчислення залишку 204/304, перетворення 206, квантування 208, зворотного квантування 210/310, (зворотного) перетворення 212/312, розбиття 262/362, інтрапрогнозування 254/354 і/або контурного фільтрування 220, 320, а також ентропійного кодування 270 і ентропійного декодування 304.

Варіанти здійснення, наприклад кодера 20 і декодера 30 і функції, описані тут, наприклад з посиланням на кодер 20 і декодер 30, можуть бути втілені у апаратному забезпеченні, програмному забезпеченні, вбудованих програмах або будь-якій їх комбінації. У разі втілення в програмному забезпеченні, функції можуть зберігатися на комп'ютерозчитуваному засобі або передаватися через засіб комунікації, як одна або більше інструкцій або код, а також запускатися за допомогою процесингового модуля, оснований на апаратному засобі. Комп'ютерозчитуваний засіб може включати комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який відповідає матеріальному носію даних, такому як засіб зберігання даних, або засіб комунікації, включаючи будь-який засіб, який сприяє передачі комп'ютерної програми з одного місця до іншого, наприклад, згідно з протоколом комунікації. У такий спосіб комп'ютерозчитуваний засіб взагалі може відповідати (1) матеріальному комп'ютерозчитуваному засобу зберігання, який є нетимчасовим, або (2) засобу комунікації, такому як сигнальна або струмова хвиля. Засобом зберігання даних може бути будь-який доступний засіб, який може бути досягнутий одним або більше комп'ютерами, або одним або більше процесорами, для завантаження інструкцій, коду і/або структур даних для втілення способів, описаних у даному розкритті. Комп'ютерний програмний продукт може включати комп'ютерозчитуваний засіб.

Як приклад, і не обмежуючий, такий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання може включати RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM або інше оптичне дискове сховище, або інші магнітні пристрої зберігання, флеш-пам'ять, або будь-який інший засіб, який можна використовувати для збереження бажаного програмного коду у формі інструкцій або структур даних, і до яких можна надати доступ з комп'ютера. Також, будь-яке з'єднання справедливо називається комп'ютерозчитуваним засобом. Наприклад, якщо інструкції передаються з вебсайту, серверу або іншого віддаленого джерела з використанням коаксіального кабелю, оптоволоконного кабелю, витої пари, цифрової абонентської лінії (digital subscriber line, DSL) або безпроводних технологій, таких як інфрачервона, радіо і мікрохвильова, то коаксіальний кабель, оптоволоконний кабель, виту пару, цифрову абонентську лінію (digital subscriber line, DSL) або безпроводні технології, такі як інфрачервона, радіо і мікрохвильова, включають у визначення засобу зберігання. Слід розуміти, що, однак, такі комп'ютерозчитувані засоби зберігання і засоби зберігання даних не включають з'єднання, струмові хвилі, сигнали або інші засоби передавання, але напроти, направлені на нетимчасові, речові засоби зберігання. Дискета і диск, згадані тут, включають компакт-диск (compact disc, CD), лазерний диск, оптичний диск, цифровий універсальний диск (digital versatile disc, DVD), флоппі-диск і Блурей диск, причому дискета зазвичай відтворює дані магнітним чином, тоді як диски відтворюють дані оптично за допомогою лазерів. Комбінацію вищезазначеного також слід включати в межі комп'ютерозчитуваних засобів.

Інструкції можна запускати за допомогою одного або більше процесорів, таких як один або більше цифрових сигнальних процесорів (digital signal processors, DSPs), мікропроцесорів загального призначення, спеціалізованих інтегральних мікросхем (application specific integrated circuits, ASICs), логічних інтегральних схем з програмуванням (field programmable logic arrays, FPGAs) або інших еквівалентних інтегрованих або дискретних логічних електронних схем. Відповідно, термін "процесор", як він використаний тут, може стосуватися будь-якої наступної конструкції або будь-якої іншої конструкції, придатної для втілення способів, описаних тут. Додатково, у деяких аспектах, функціональність, описана тут, може надаватися в межах спеціалізованих модулів апаратного засобу і/або програмного засобу, виконаних для кодування

і декодування, або інтегрованих в комбінований кодек. Також способи можуть бути повністю втілені у одну або більше мікросхем або логічних елементів.

Способи за даним розкриттям можуть бути втілені у широкий спектр пристроїв або апаратів, включаючи безпроводний телефон, інтегральну мікросхему (integrated circuit, IC) або набір мікросхем IC (наприклад, набір чипів). Різні компоненти, модулі або елементи описані в даному розкритті для підкреслення функціональних аспектів пристроїв, виконаних з можливістю виконувати розкриті способи, але не обов'язково потребують реалізації за допомогою різних модулів апаратних засобів. Більш точно, як описано вище, різноманітні модулі можуть бути скомбіновані в модуль апаратного засобу кодека або передбачені набором взаємодіючих модулів апаратних засобів, включаючи один або більше процесорів, як описано вище, у взаємодії з придатним апаратним засобом і/або програмним засобом.

Підсумовуючи, дане розкриття стосується інтра- або інтерпрогнозування для кодування і декодування відео. З цією метою апарат і способи отримують опорний зразок і субпіксельне значення зміщення. Субпіксельний 4-відвідний інтерполяційний фільтр використовується для фільтрування опорного зразка для отримання значення прогнозного зразка. Фільтрові коефіцієнти субпіксельного 4-відвідного інтерполяційного фільтра визначаються згідно з

значенням субпіксельного зміщення, такого як $c_0 = 16 - \frac{p}{2}$, $c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2}$, $c_2 = 16 + \frac{p}{2}$, і $c_3 = \frac{p}{2}$,

де p є дрібною часткою значення субпіксельного зміщення.

Додаткові варіанти здійснення підсумовані у наступних пунктах:

Пункт 1: Спосіб для процесу інтра- або інтерпрогнозування технології відеокодування, спосіб включає:

отримання опорного зразка (тобто, щонайменше одного опорного зразка, наприклад, кількість опорних зразків може бути чотири);

отримання значення субпіксельного зміщення; і

фільтрування, використовуючи субпіксельний інтерполяційний фільтр, опорного зразка для отримання значення прогнозного зразка, де фільтрові коефіцієнти субпіксельного інтерполяційного фільтра отримуються згідно зі значенням субпіксельного зміщення.

Пункт 2: Спосіб за п. 1, де фільтрові коефіцієнти субпіксельного інтерполяційного фільтра отримуються згідно з дрібною часткою значення субпіксельного зміщення.

Пункт 3: Спосіб за п. 1 або 2, де субпіксельний інтерполяційний фільтр є еквівалентним 4-відвідним фільтром.

Пункт 4: Спосіб за п. 3, де фільтрові коефіцієнти субпіксельного інтерполяційного фільтра отримуються згідно з

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_2 = 16 + \frac{p}{2}$$

$$c_3 = \frac{p}{2}$$

де p є дрібною часткою значення субпіксельного зміщення.

Пункт 5: Спосіб за п. 3, де фільтрові коефіцієнти субпіксельного інтерполяційного фільтра отримуються згідно з

$$c_0 = -S$$

$$c_1 = 64 - (p < 1) + S$$

$$c_2 = (p < 1) + S$$

$$c_3 = -S$$

де параметр S навантаження визначається наступним чином:

$$S = \frac{48 - \lfloor 3p - 48 \rfloor}{8},$$

де p є дрібною часткою значення субпіксельного зміщення.

Пункт 6: Спосіб за будь-яким з пунктів 1 - 5, де біт (наприклад, найнижчий біт або нижній біт) субпіксельного зміщення p прирівнюється до нуля.

Пункт 7: Спосіб за будь-яким з пунктів 1 - 5, де значення субпіксельного зміщення p збільшується на 1 і у подальшому нижній біт збільшеного значення прирівнюється до нуля перш, ніж значення використовується для витягування коефіцієнтів фільтра.

Пункт 8: Спосіб відеокодування, спосіб включає інтра-прогнозний процесинг блока, включаючи субпіксельне інтерполяційне фільтрування, застосоване до опорних зразків; де субпіксельний інтерполяційний фільтр є комбінацією фільтрів, щонайменше один з фільтрів визначається згідно з субпіксельним зміщенням.

Пункт 9: Спосіб за п. 8, де інтерполяційний фільтр є згладжуючим фільтром, що являє собою паралельну комбінацію двох фазозалежних лінійних фільтрів і низькочастотного фільтра.

Пункт 10: Спосіб за п. 8, де інтерполяційний фільтр є фільтром збільшення різкості, який являє собою паралельну комбінацію одного фазозалежного лінійного фільтра і високочастотного фільтра змінного навантаження.

Пункт 11: Спосіб за п. 10, де високочастотний фільтр змінного навантаження являє собою фазо-незалежний високочастотний фільтр з кінцевою імпульсною характеристикою (phase-independent high-pass finite impulse response, FIR), вивід якого множиться за допомогою фазозалежного параметра навантаження.

Пункт 12: Спосіб за п. 9, де комбінація фільтра є еквівалентним 4-відвідним фільтром, коефіцієнти якого задані згідно з виразами:

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_2 = 16 + \frac{p}{2}$$

$$c_3 = \frac{p}{2}$$

де p є дрібною позицією p зразка.

Пункт 13: Спосіб за п. 11, де комбінація фільтра є еквівалентним 4-відвідним фільтром, коефіцієнти якого задані згідно з виразами:

$$c_0 = -S$$

$$c_1 = 64 - (p < 1) + S$$

$$c_2 = (p < 1) + S$$

$$c_3 = -S,$$

де параметр S навантаження визначається наступним чином:

$$S = \frac{48 - \lfloor 3p - 48 \rfloor}{8}$$

Пункт 14: Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, де нижній біт дрібної позиції p зразка прирівнюється до нуля.

Пункт 15: Спосіб за будь-яким з пунктів 8 - 13, де дрібна позиція p зразка збільшується на 1 і у подальшому нижній біт збільшеного значення прирівнюється до нуля перш ніж це значення використовується для витягування коефіцієнтів фільтра.

Пункт 16: Спосіб за п. 10 або 11, де виконується операція відсікання для виводу високочастотного фільтра змінного навантаження.

Пункт 17: Кодер (20), який включає процесинговий ланцюг для здійснення способу за будь-яким з пп. 1 - 16.

Пункт 18: Декодер (30), який включає процесинговий ланцюг для здійснення способу за будь-яким з пп. 1 - 16.

Пункт 19: Комп'ютерний програмний продукт, який включає програмний код для виконання способу за будь-яким з пп. 1 - 16.

Пункт 20: Декодер, який включає:

один або більше процесорів; і

нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, де програми під час виконання процесорами надають можливість декодеру здійснювати спосіб за будь-яким з пп. 1 - 16.

Пункт 21: Кодер який включає:

один або більше процесорів; і

нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, де програми під час виконання процесорами

надають можливість кодеру здійснювати спосіб згідно за будь-яким із Пунктів 1 - 16.

Пункт 22: Спосіб для процесу інтра- або інтерпрогнозування технології відеокодування, спосіб включає:

отримання опорного зразка (тобто, щонайменше одного опорного зразка, наприклад, кількість опорних зразків може бути чотири);

отримання дрібної позиції зразка; і

фільтрування, використовуючи субпіксельний інтерполяційний фільтр, опорного зразка для отримання значення прогнозного зразка, де фільтрові коефіцієнти субпіксельного інтерполяційного фільтра отримуються згідно з

$$c_0 = -S$$

$$c_1 = 64 - (p < 1) + S$$

$$c_2 = (p < 1) + S$$

$$c_3 = -S,$$

де S є параметром навантаження, p є дрібною позицією зразка, c_0 , c_1 , c_2 , c_3 є фільтровими коефіцієнтами.

Пункт 23: Спосіб за п. 22, де спосіб додатково включає:

отримання значення сигналу SEL шляхом використання N-го найменш значущого біту дрібної позиції зразка p, N є додатнім цілим;

отримання проміжного значення q, де q прирівнюється до значення дрібної позиції зразка р коли сигнал SEL є нуль; або q прирівнюється до - (not (31 xor p)) коли сигнал SEL не є нуль;

отримання параметра S навантаження, використовуючи одну операцію додавання і операції зміщення:

$$S = ((q < 1) + q) >> 3$$

Пункт 24: Спосіб за п. 23, де N дорівнює 5.

Пункт 25: Спосіб за будь-яким з пунктів 22 - 24, де субпіксельний інтерполяційний фільтр є еквівалентним 4-відвідним фільтром.

Пункт 26: Спосіб за будь-яким з пунктів 22 - 25, де параметр навантаження S обчислюється паралельно з коефіцієнтом лінійного фільтра z, де коефіцієнт лінійного фільтра z використовується отримання фільтрового коефіцієнта c_1 субпіксельного інтерполяційного фільтра, і де

$$Z = 64 - (p < 1).$$

Пункт 27: Спосіб за будь-яким з пунктів 22 - 25, де біт (наприклад, найнижчий біт або нижній біт) дрібної позиції p зразка прирівнюється до нуля.

Пункт 28: Спосіб за будь-яким з пунктів 22 - 26, де дрібна позиція p зразка збільшується на 1 і у подальшому нижній біт збільшеного значення прирівнюється до нуля перш, ніж це значення використовується для витягування коефіцієнтів фільтра.

Пункт 29: Спосіб відеокодування, спосіб включає інтра-прогнозний процесинг блока, включаючи субпіксельне інтерполяційне фільтрування, застосоване до опорних зразків;

де субпіксельний інтерполяційний фільтр є комбінацією фільтрів, щонайменше один з фільтрів визначається згідно з дрібною позицією зразка.

Пункт 29: Спосіб за п. 28, де інтерполяційний фільтр є згладжувачим фільтром, який являє собою паралельну комбінацію двох фазозалежних лінійних фільтрів і низькочастотного фільтра.

Пункт 30: Спосіб за п. 29, де інтерполяційний фільтр є фільтром збільшення різкості, який являє собою паралельну комбінацію одного фазозалежного лінійного фільтра і високочастотного фільтра змінного навантаження.

Пункт 31: Спосіб за п. 30, де високочастотний фільтр змінного навантаження являє собою фазо-незалежний високочастотний фільтр з кінцевою імпульсною характеристикою (phase-independent high-pass finite impulse response, FIR), вивід якого множиться за допомогою фазозалежного параметра навантаження.

Пункт 32: Кодер (20), який включає процесинговий ланцюг для здійснення способу за будь-яким з пп. 22 - 31.

Пункт 33: Декодер (30), який включає процесинговий ланцюг для здійснення способу за будь-яким з пп. 22 - 31.

Пункт 34: Комп'ютерний програмний продукт, який включає програмний код для виконання способу за будь-яким з пп. 22 - 31.

Пункт 35: Декодер, який включає:

один або більше процесорів; і

нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, де програми під час виконання процесорами надають можливість декодеру здійснювати спосіб за будь-яким з пп. 22 - 31.

- Пункт 36: Кодер, який включає:
 один або більше процесорів; і
 нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і
 зберігає програми для виконання процесорами, де програми під час виконання процесорами
 5 надають можливість кодеру здійснювати спосіб згідно за будь-яким із Пунктів 22 - 31.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАЛЬНИХ ПОЗИЦІЙ

- ФІГ. 1А
- 10 10 - система відеокодування
 12 - вихідний пристрій
 13 - комунікаційний канал
 14 - цільовий пристрій
 16 - вихідна картинка
- 15 17 - дані картинки
 18 - препроцесор
 19 - препроцесингові дані картинки
 20 - відеокодер
 21 - дані кодованої картинки
- 20 22 - комунікаційний інтерфейс
 28 - комунікаційний інтерфейс
 30 - відеодекодер
 31 - дані декодованої картинки
 32 - постпроцесор
- 25 33 - постпроцесингові дані картинки
 34 - пристрій відображення
- ФІГ. 1В
- 40 - система відеокодування
 41 - пристрій(ої) зображення
- 30 42 - антена
 43 - процесор(и)
 44 - пристрій(ої) пам'яті
 45 - пристрій відображення
 46 - схема процесингу
- 35 20 - відеокодер
 30 - відеодекодер
- ФІГ. 2
- 17 - картинка (дані)
 19 - препроцесингова картинка (дані)
- 40 20 - кодер
 21 - дані кодованої картинки
 201 - ввід (інтерфейс)
 204 - обчислення залишку [модуль або етап]
 206 - модуль процесингу перетворення
- 45 208 - модуль квантування
 210 - модуль зворотного квантування
 212 - модуль процесингу зворотного перетворення
 214 - модуль відновлення
 220 - модуль контурного фільтра
- 50 230 - буфер декодованої картинки (decoded picture buffer, DPB)
 260 - модуль вибору режиму
 270 - модуль ентропійного кодування
 272 - вивід (інтерфейс)
 244 - модуль інтерпрогнозування
- 55 254 - модуль інтрапрогнозування
 262 - модуль розбиття
 203 - блок картинки
 205 - залишковий блок
 213 - відновлений залишковий блок
- 60 215 - відновлений блок

	221 - фільтрований блок
	231 - декодована картинка
	265 - блок прогнозування
	266 - синтаксичні елементи
5	207 - коефіцієнти перетворення
	209 - квантовані коефіцієнти
	211 - деквантовані коефіцієнти
	ФІГ. 3
	21 - дані кодової картини
10	30 - відеодекодер
	304 - модуль ентропійного декодування
	309 - квантовані коефіцієнти
	310 - модуль зворотного квантування
	311 - деквантовані коефіцієнти
15	312 - модуль процесингу зворотного перетворення
	313 - відновлений залишковий блок
	314 - модуль відновлення
	315 - відновлений блок
	320 - контурний фільтр
20	321 - фільтрований блок
	330 - буфер декодованої картини (decoded picture buffer, DPB)
	331 - декодована картинка
	360 - модуль застосування режиму
	365 - блок прогнозування
25	366 - синтаксичні елементи
	344 - модуль інтерпрогнозування
	354 - модуль інтрапрогнозування
	ФІГ. 4
	400 - пристрій відеокодування
30	410 - вхідні порти/вивідні порти
	420 - модулі Rx приймача
	430 - процесор
	440 - модулі Tx передавача
	450 - вихідні порти/вивідні порти
35	460 - пам'ять
	470 - модуль кодування
	ФІГ. 5
	500 - вихідний пристрій або цільовий пристрій
	502 - процесор
40	504 - пам'ять
	506 - код і дані
	508 - операційна система
	510 - прикладні програми
	512 - шина
45	518 - дисплей
	ФІГ. 23
	2300 - блок-схема способу інтра-/інтер-прогнозного процесингу
	ФІГ. 24
	2400 - блок-схема способу відеокодування
50	ФІГ. 25
	2500 - модуль інтра-/інтер-процесингу
	2510 - модуль отримання опорного зразка
	2520 - модуль отримання значення субпіксельного зміщення
	2530 - субпіксельний інтерполяційний фільтр
55	ФІГ. 26
	2600 - модуль відеокодування
	2610 - модуль процесингу інтрапрогнозування
	2620 - субпіксельний інтерполяційний фільтр
60	

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб для процесингу інтрапрогнозування або інтерпрогнозування відеокадру, який включає етапи з:

- 5 отримання опорного зразка;
отримання значення субпіксельного зміщення; і
фільтрування, використовуючи 4-відвідний інтерполяційний фільтр, опорного зразка для отримання значення прогнозного зразка,
де фільтрові коефіцієнти 4-відвідного інтерполяційного фільтра визначаються наступним чином:

p	c_0	c_1	c_2	c_3
0	16	32	16	0
1	16	32	16	0
2	15	31	17	1
3	15	31	17	1
4	14	30	18	2
5	14	30	18	2
6	13	29	19	3
7	13	29	19	3
8	12	28	20	4
9	12	28	20	4
10	11	27	21	5
11	11	27	21	5
12	10	26	22	6
13	10	26	22	6
14	9	25	23	7
15	9	25	23	7
16	8	24	24	8
17	8	24	24	8
18	7	23	25	9
19	7	23	25	9
20	6	22	26	10

10

21	6	22	26	10
22	5	21	27	11
23	5	21	27	11
24	4	20	28	12
25	4	20	28	12
26	3	19	29	13
27	3	19	29	13
28	2	18	30	14
29	2	18	30	14
30	1	17	31	15
31	1	17	31	15

де p є дробовою часткою значення субпіксельного зміщення, а c_0 , c_1 , c_2 і c_3 є фільтровими коефіцієнтами.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що біт p прирівнюється до нуля.

5 3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що p збільшується на 1 і надалі нижній біт збільшеного p прирівнюється до нуля, перш ніж вказаний p використовується для отримання фільтрових коефіцієнтів.

4. Спосіб за будь-яким із пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що фільтрові коефіцієнти обчислюються згідно з:

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + c_0$$

$$c_2 = c_0 + p$$

$$c_3 = c_0 - p.$$

10

5. Апарат для процесингу інтрапрогнозування або інтерпрогнозування відеокадру, який включає:

модуль отримання опорного зразка, виконаний з можливістю отримувати опорний зразок;

15

модуль отримання значення субпіксельного зміщення для отримання значення субпіксельного зміщення; і

4-відвідний інтерполяційний фільтр, виконаний з можливістю фільтрувати опорний зразок для отримання значення прогнозного зразка,

де фільтрові коефіцієнти 4-відвідного інтерполяційного фільтра визначаються наступним чином:

p	c_0	c_1	c_2	c_3
0	16	32	16	0
1	16	32	16	0
2	15	31	17	1
3	15	31	17	1
4	14	30	18	2
5	14	30	18	2
6	13	29	19	3
7	13	29	19	3
8	12	28	20	4
9	12	28	20	4
10	11	27	21	5
11	11	27	21	5
12	10	26	22	6
13	10	26	22	6
14	9	25	23	7
15	9	25	23	7
16	8	24	24	8
17	8	24	24	8
18	7	23	25	9
19	7	23	25	9
20	6	22	26	10
21	6	22	26	10
22	5	21	27	11
23	5	21	27	11
24	4	20	28	12
25	4	20	28	12
26	3	19	29	13
27	3	19	29	13

28	2	18	30	14
29	2	18	30	14
30	1	17	31	15
31	1	17	31	15

де p є дробовою часткою значення субпіксельного зміщення, а c_0 , c_1 , c_2 і c_3 є фільтровими коефіцієнтами.

6. Апарат за п. 5, який **відрізняється** тим, що біт p прирівнюється до нуля.

5 7. Апарат за п. 5, який **відрізняється** тим, що p збільшується на 1 і надалі нижній біт збільшеного p прирівнюється до нуля, перш ніж вказаний p використовується для отримання фільтрових коефіцієнтів.

8. Апарат за будь-яким із пп. 5-7, який **відрізняється** тим, що фільтрові коефіцієнти обчислюються згідно з:

$$c_0 = 16 - \frac{p}{2}$$

$$c_1 = 16 + c_0$$

$$c_2 = c_0 + p$$

$$c_3 = c_0 - p.$$

10

9. Кодер, який включає процесинговий ланцюг для здійснення способу за будь-яким із пп. 1-4.

10. Декодер, який включає процесинговий ланцюг для здійснення способу за будь-яким із пп. 1-4.

11. Декодер, який включає:

15

один або більше процесорів; і

нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, де програми під час виконання процесорами надають можливість декодеру здійснювати спосіб за будь-яким із пп. 1-4.

12. Кодер, який включає:

20

один або більше процесорів; і

нетимчасовий комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який з'єднаний з процесорами і зберігає програми для виконання процесорами, де програми під час виконання процесорами надають можливість кодеру здійснювати спосіб за будь-яким із пп. 1-4.

13. Нетимчасовий засіб зберігання, який містить бітовий потік, який декодується за допомогою

25

способу за будь-яким із пп. 1-4.

14. Комп'ютерозчитуваний засіб зберігання, який фізично втілює комп'ютерний програмний код, який під час виконання комп'ютерним модулем змушує комп'ютерний модуль здійснювати спосіб за будь-яким із пп. 1-4.

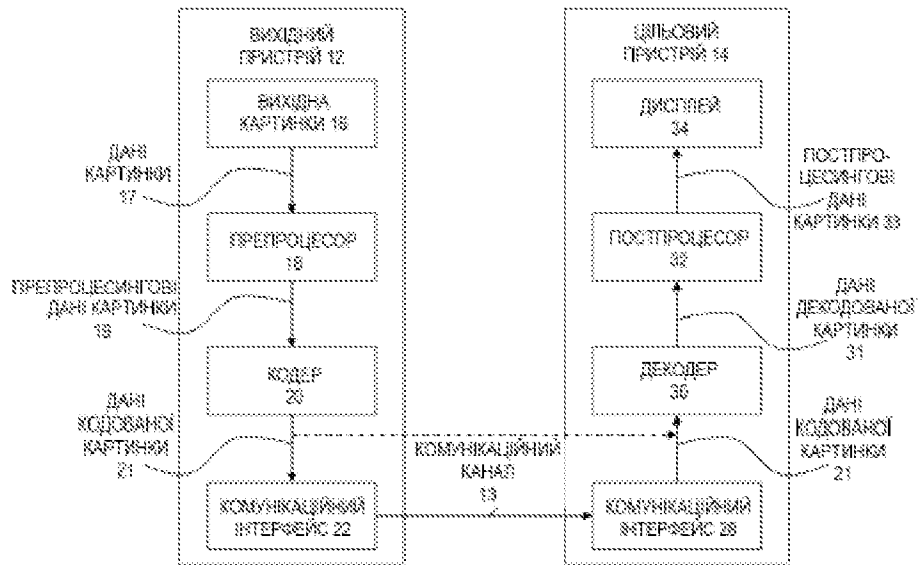


Fig. 1A

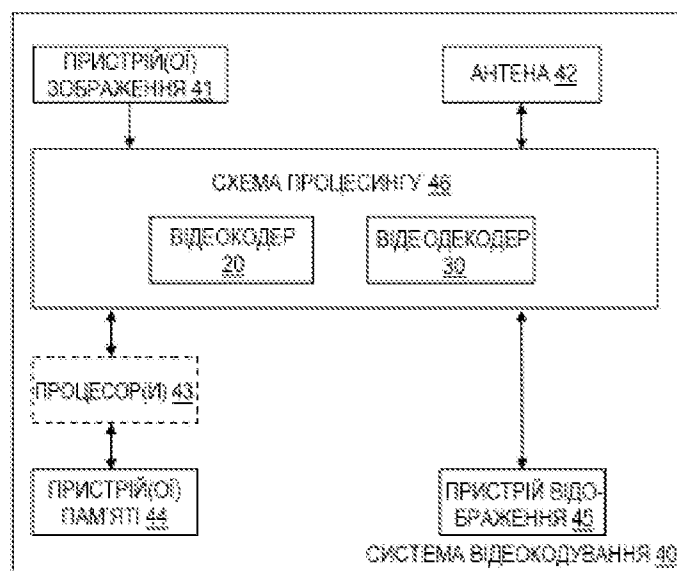


Fig. 1B

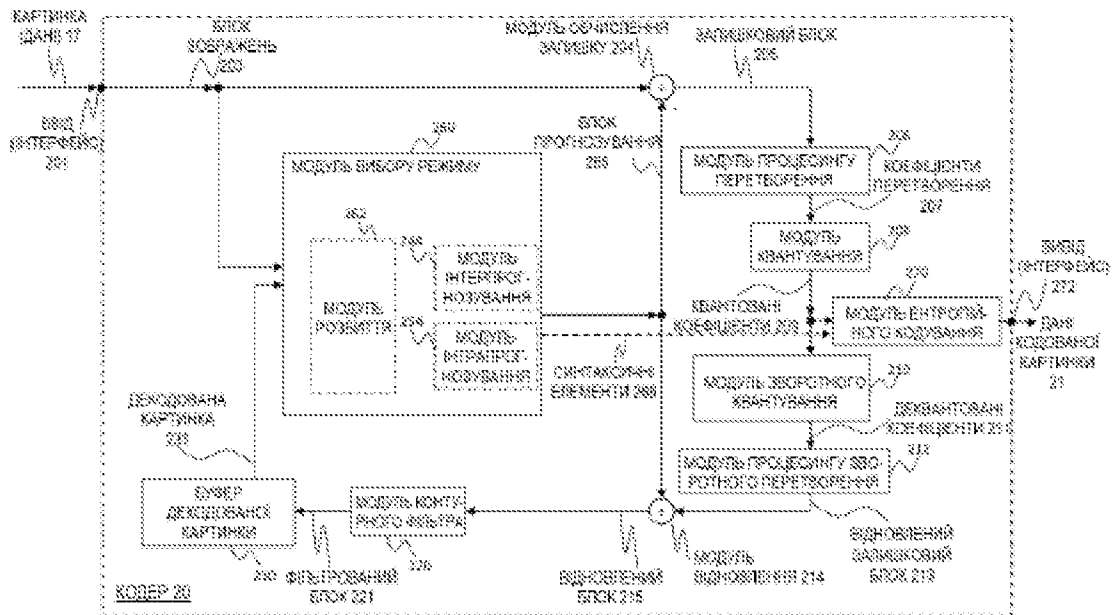


Fig. 2

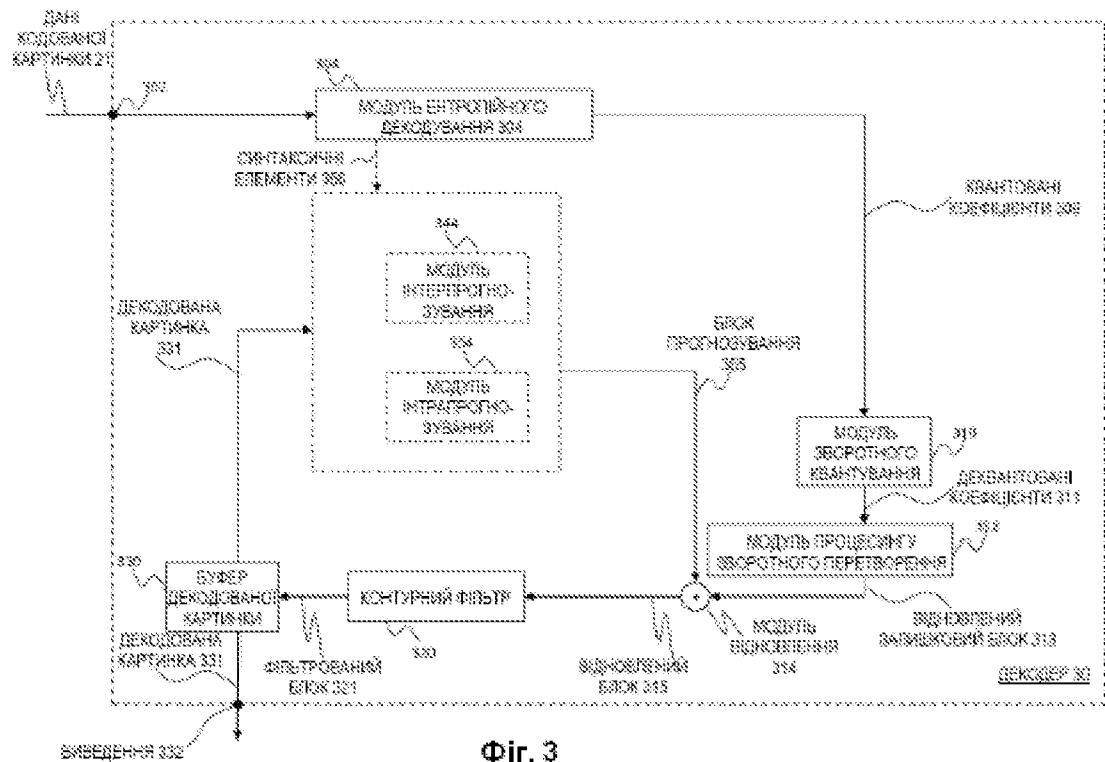


Fig. 3

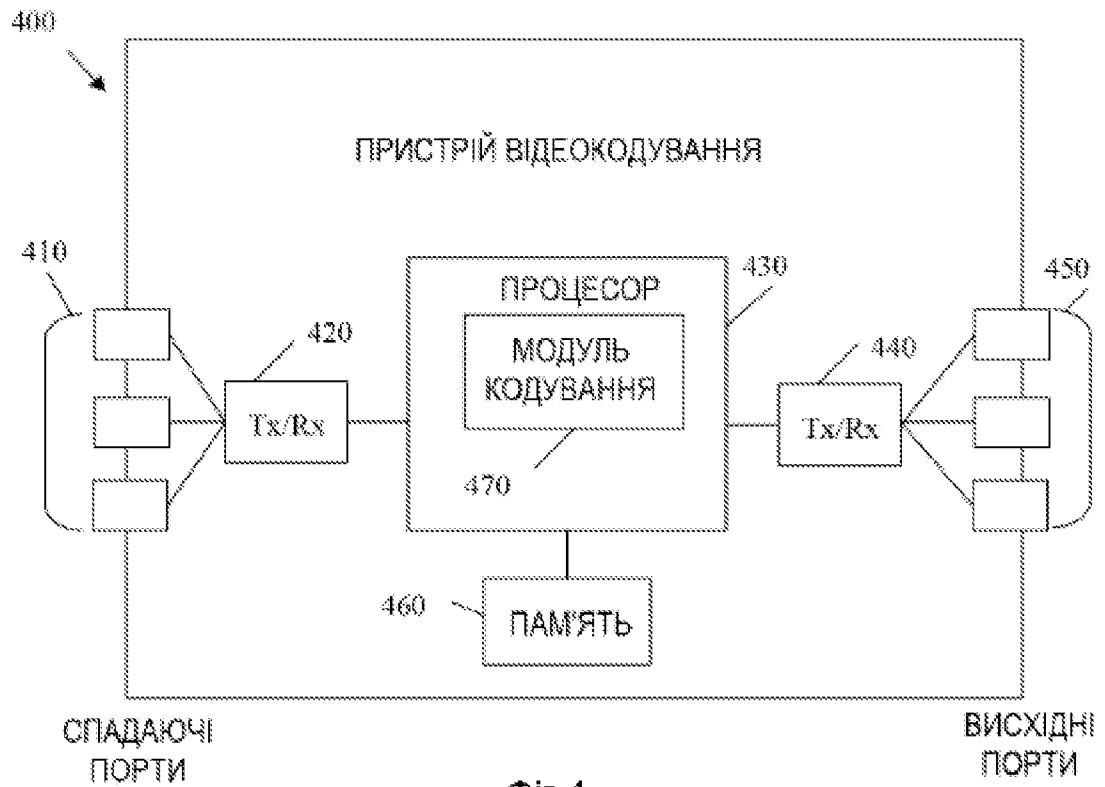


Fig. 4

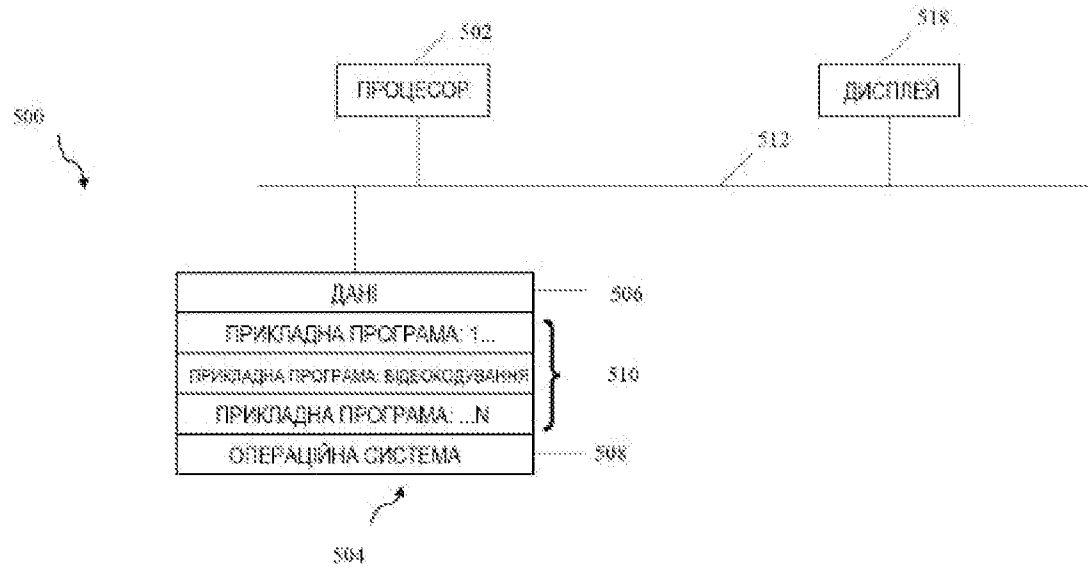


Fig. 5

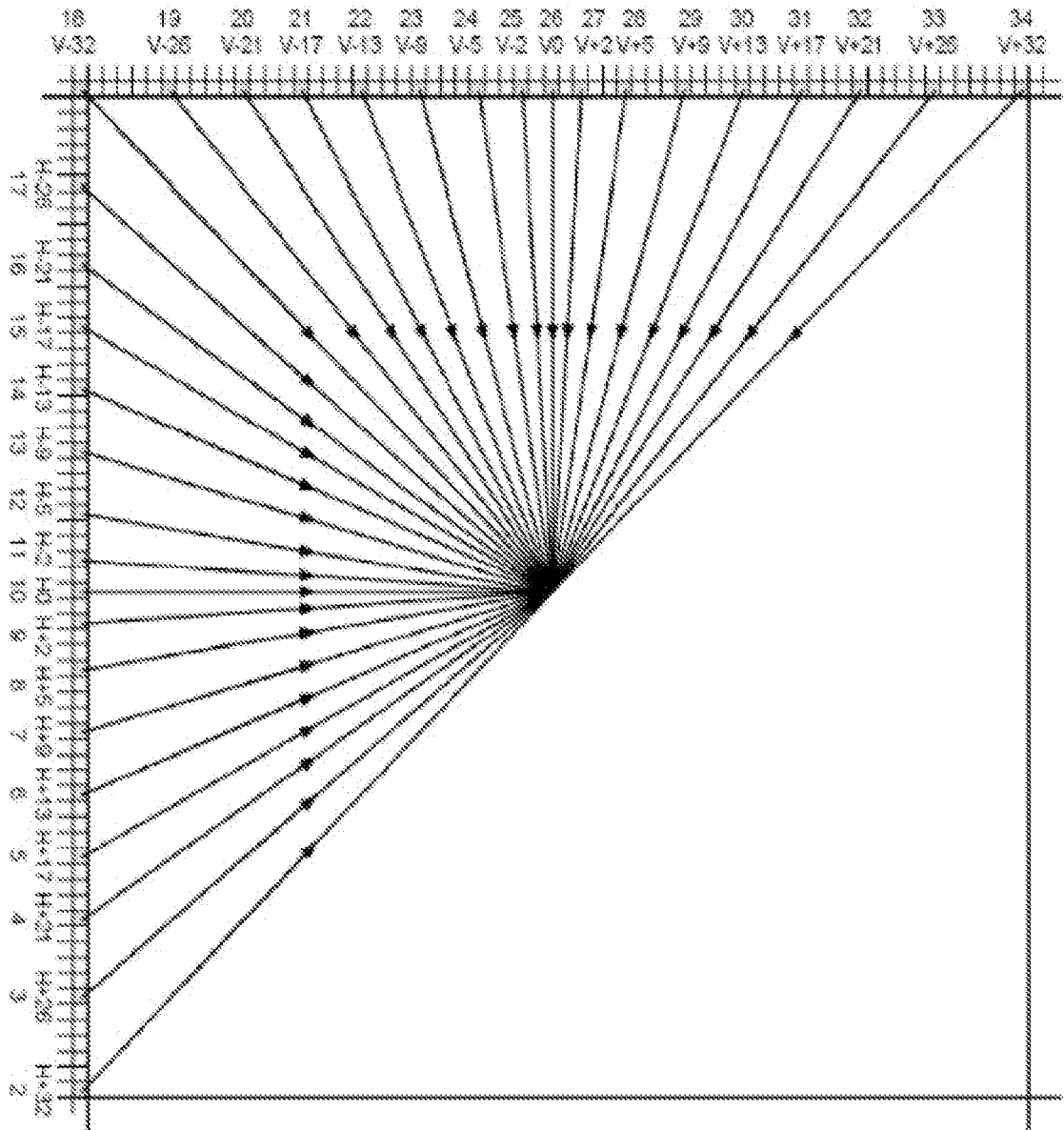


Fig. 6

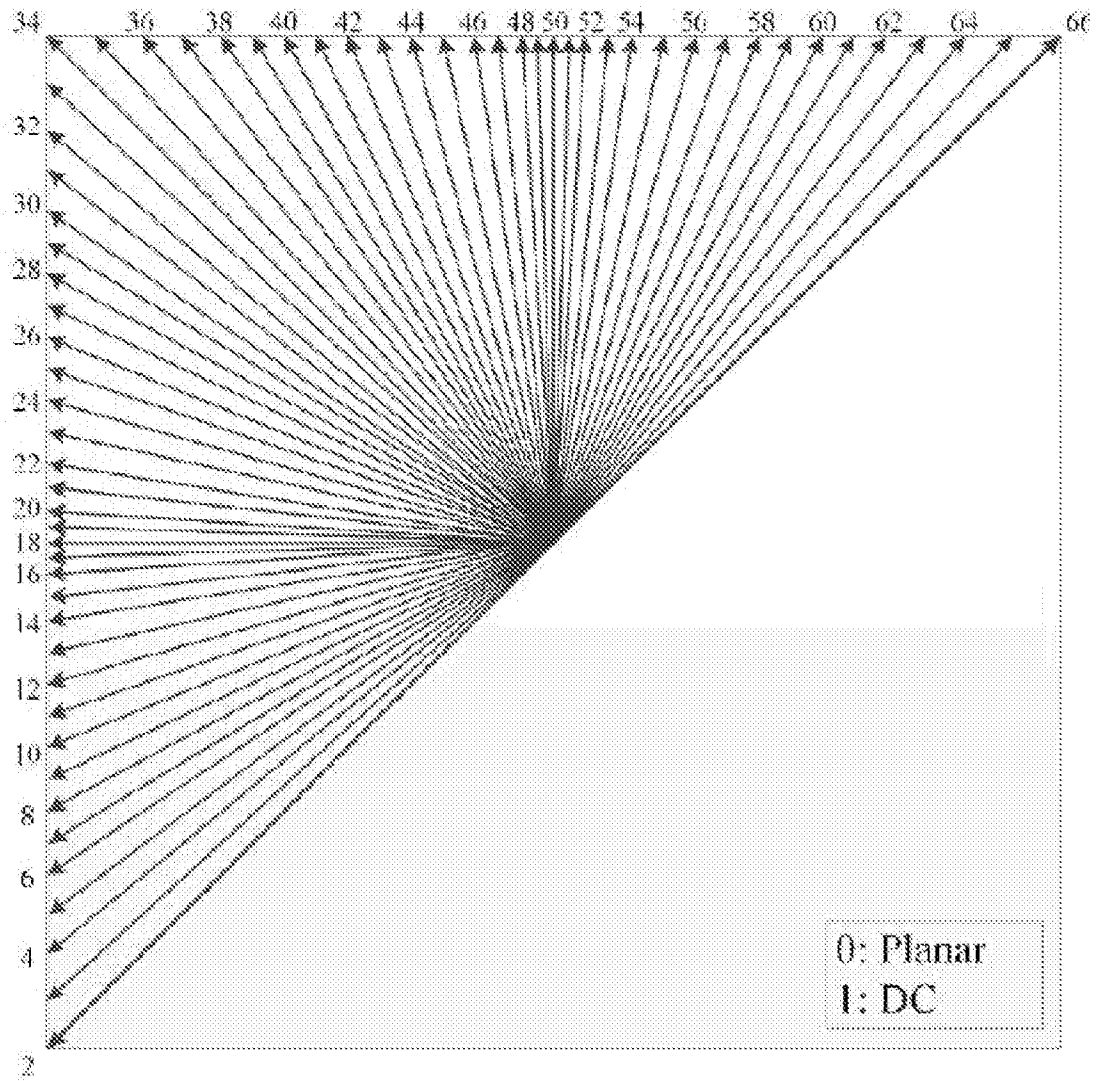


Fig. 7

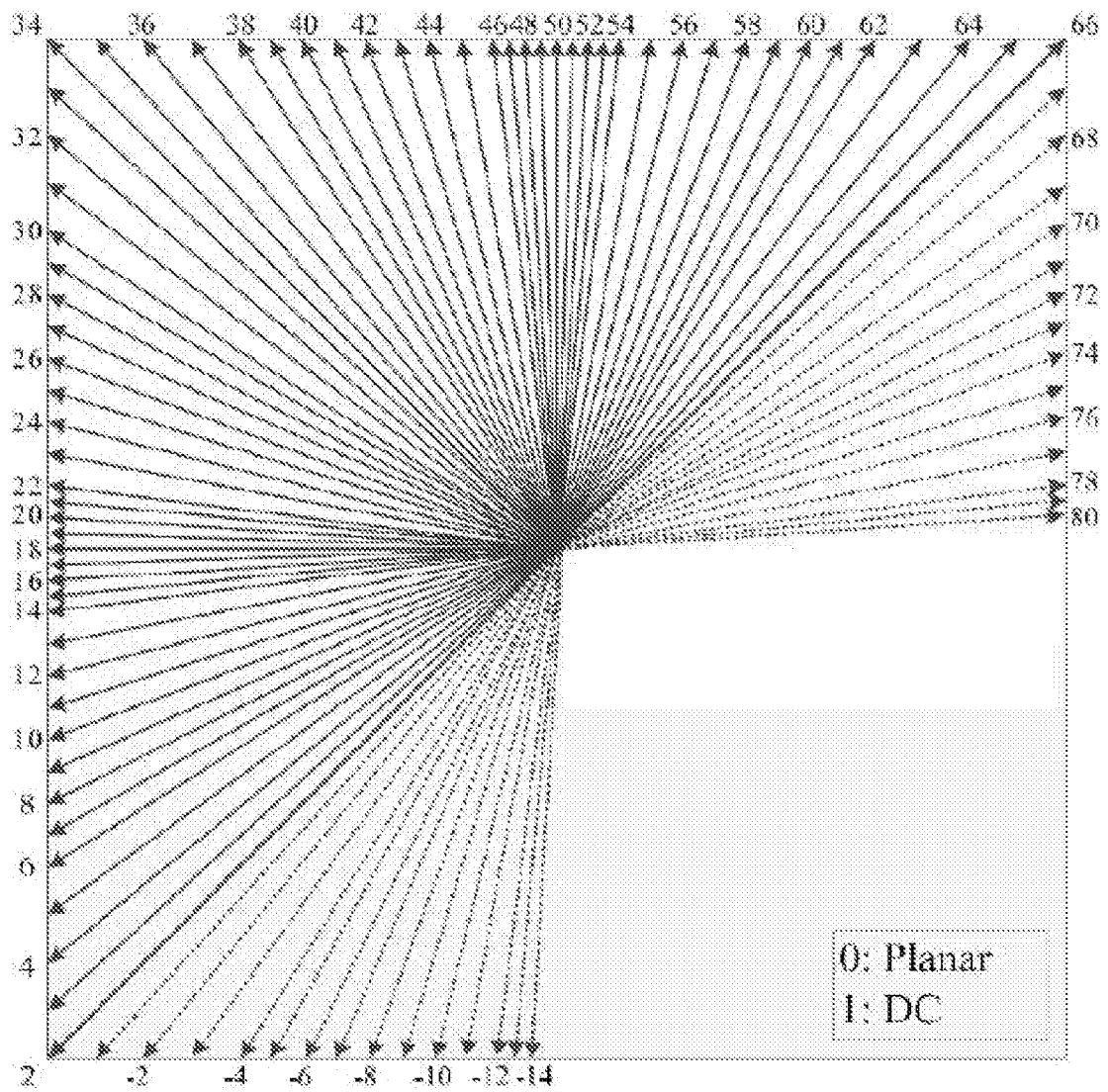


Fig. 8

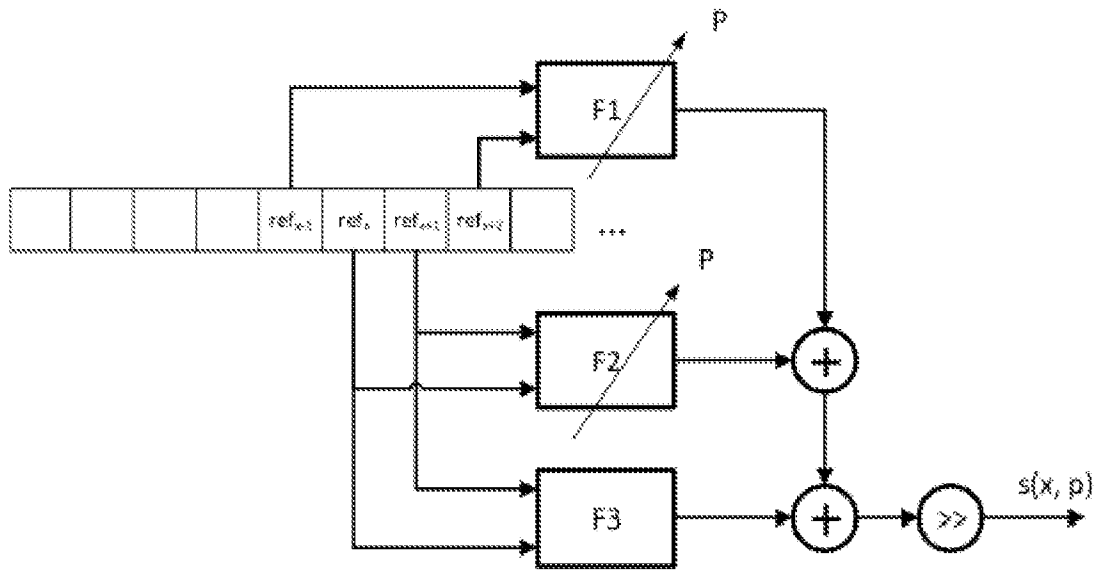


Fig. 9

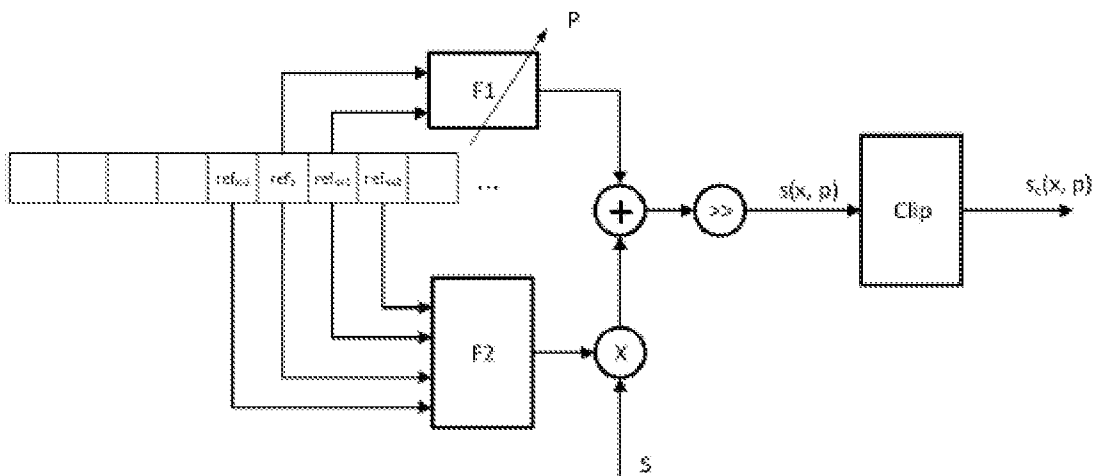


Fig. 10

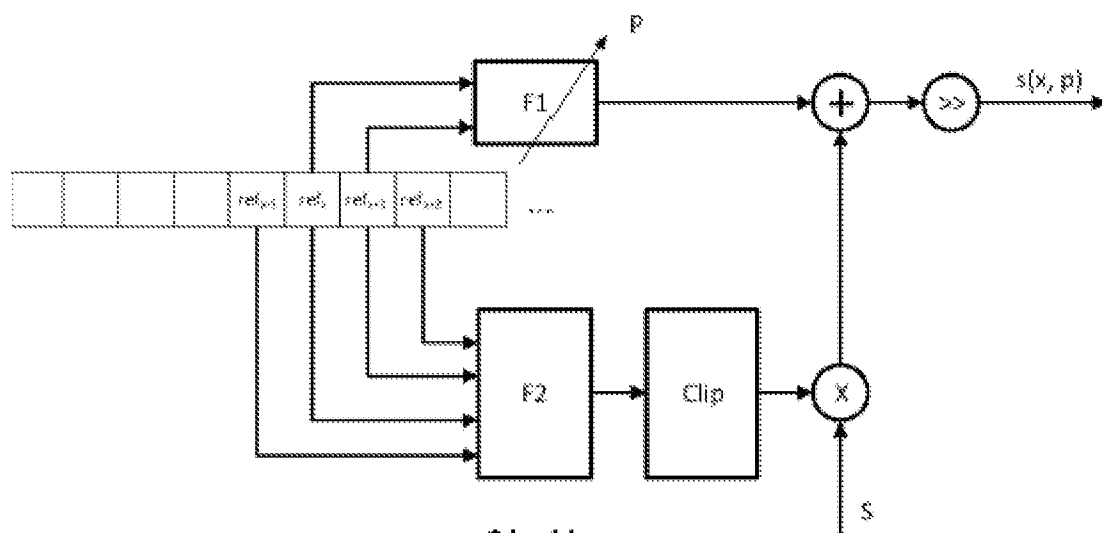


Fig. 11

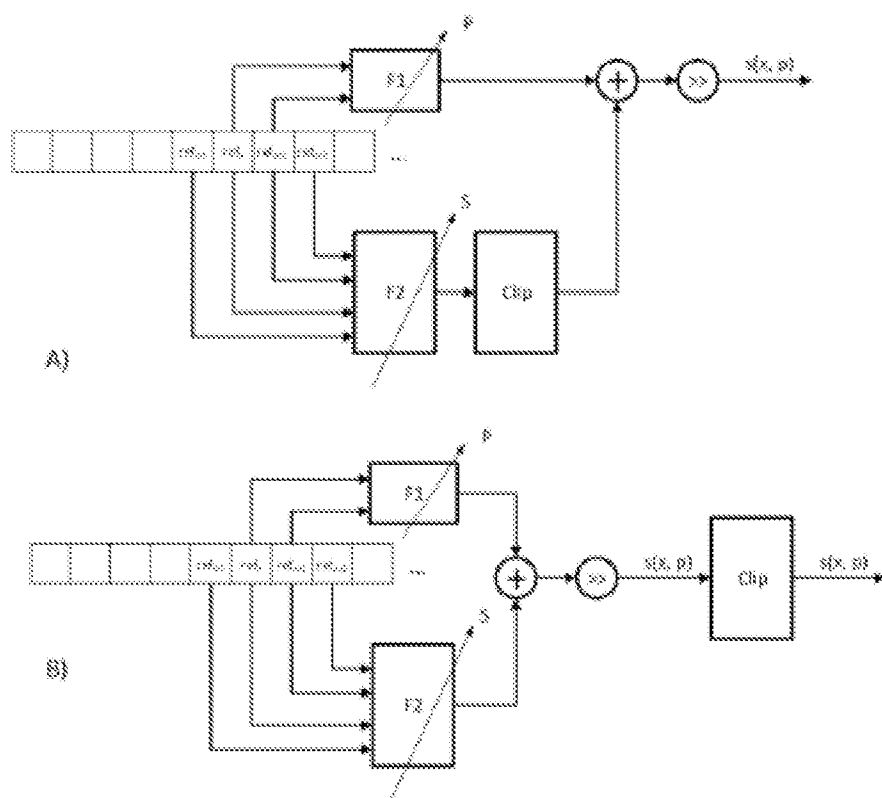
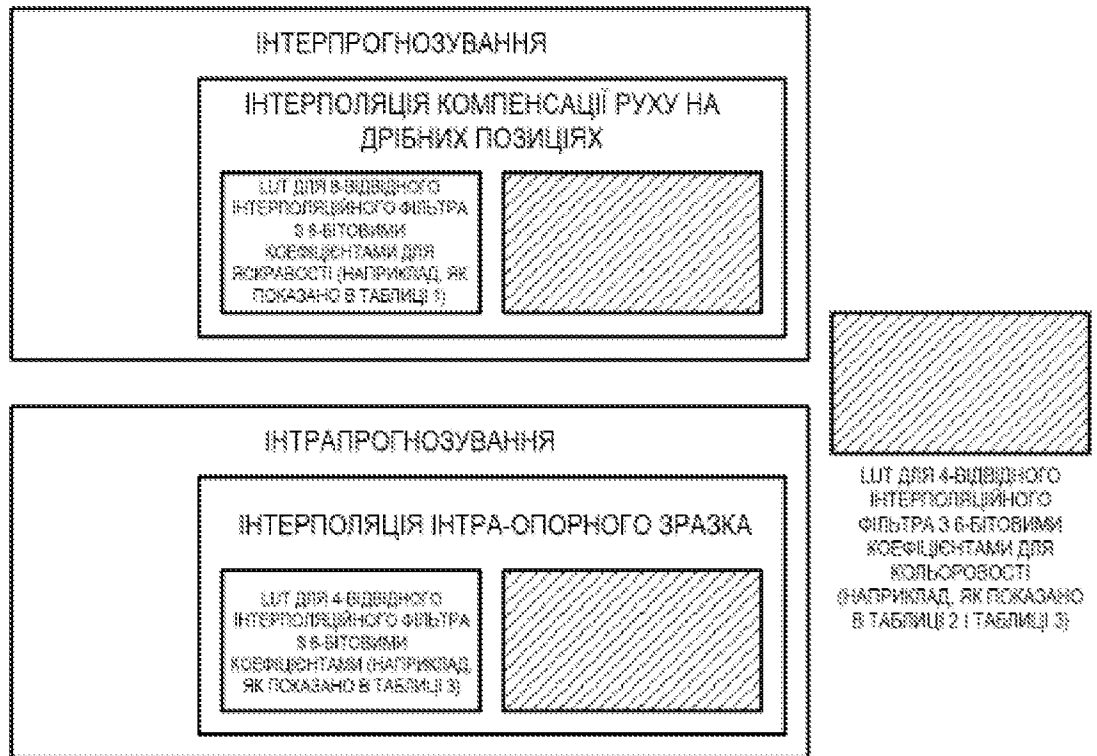
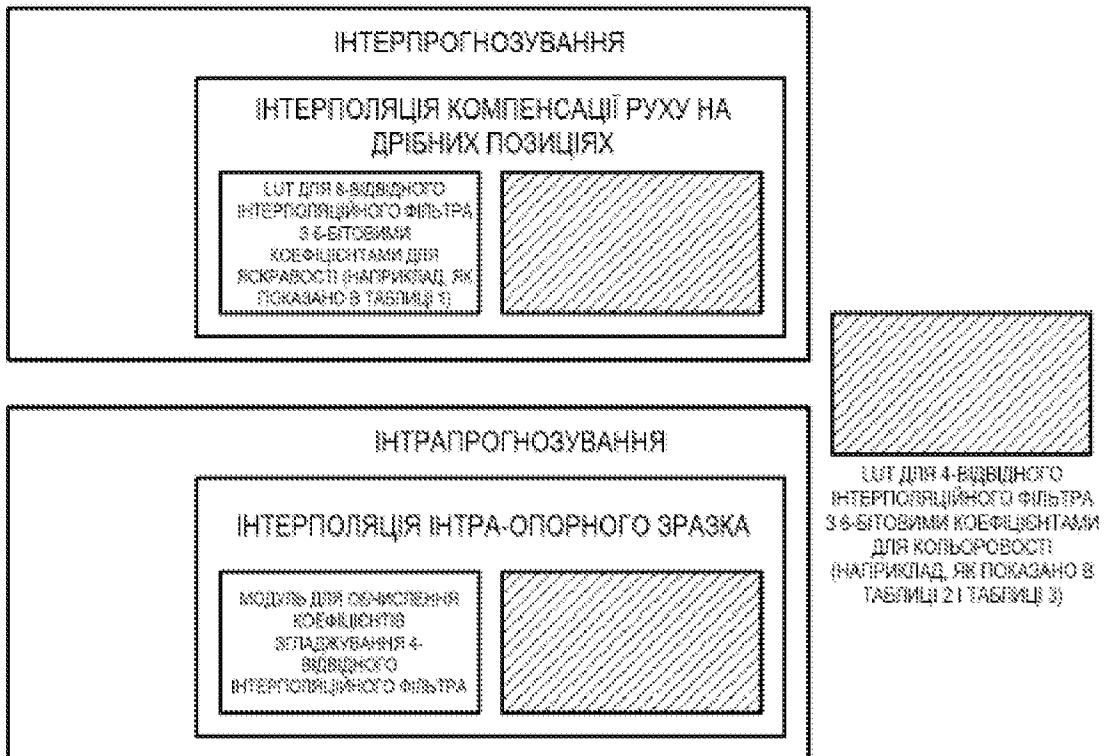


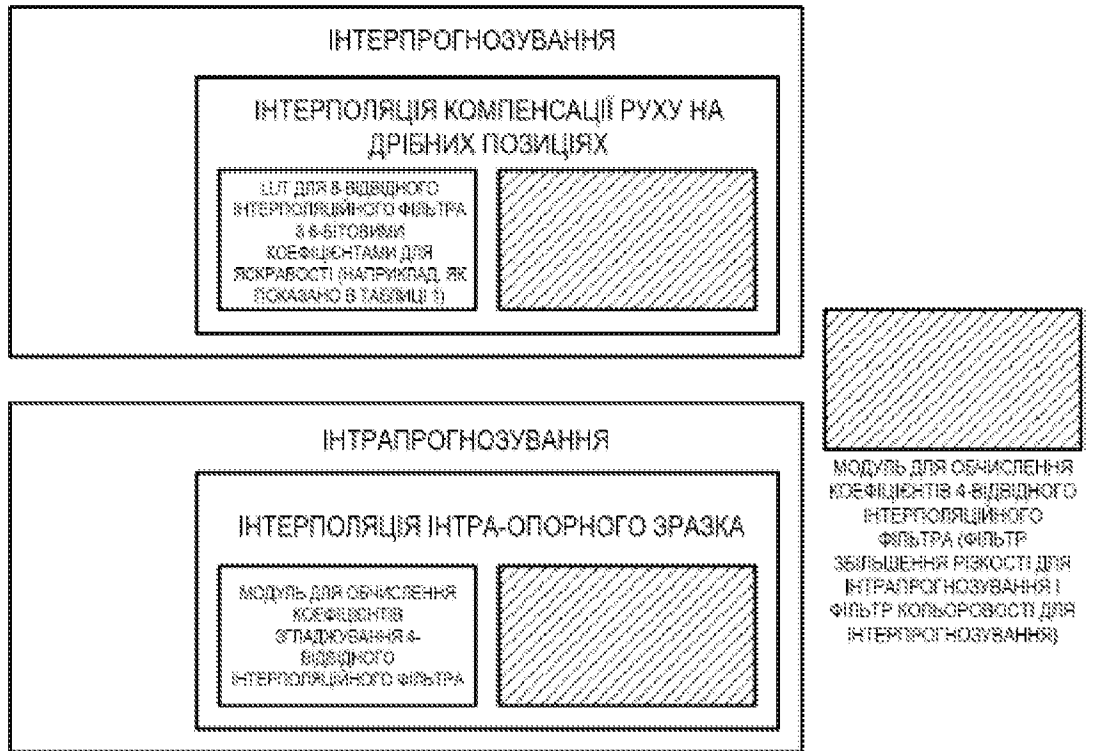
Fig. 12



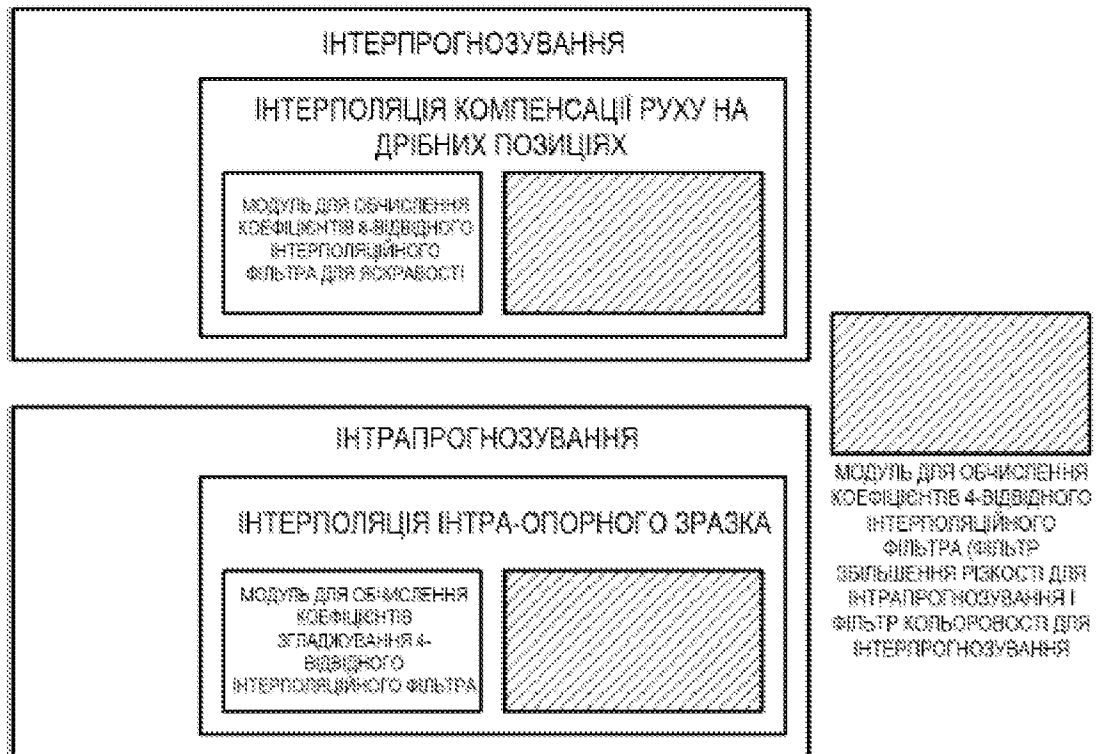
Фіг. 13



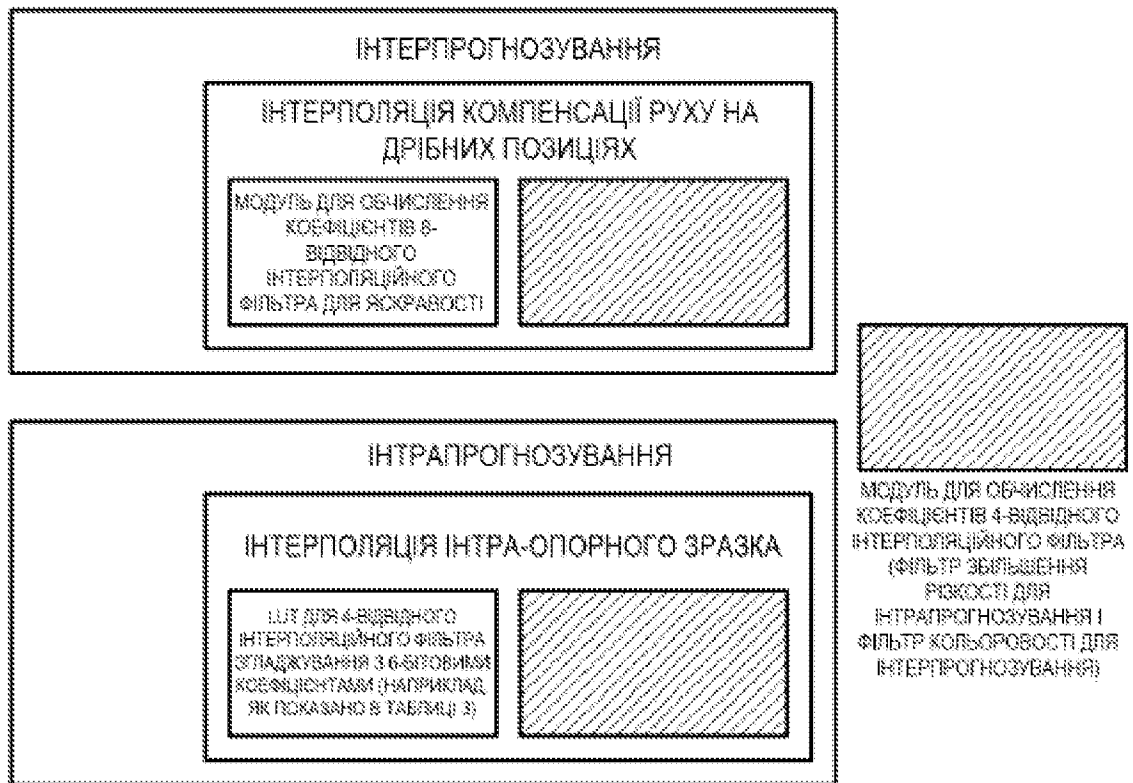
Фіг. 14



Фіг. 15



Фіг. 16



Фіг. 17



Fig. 18



Fig. 19



Фіг. 20



Fig. 21

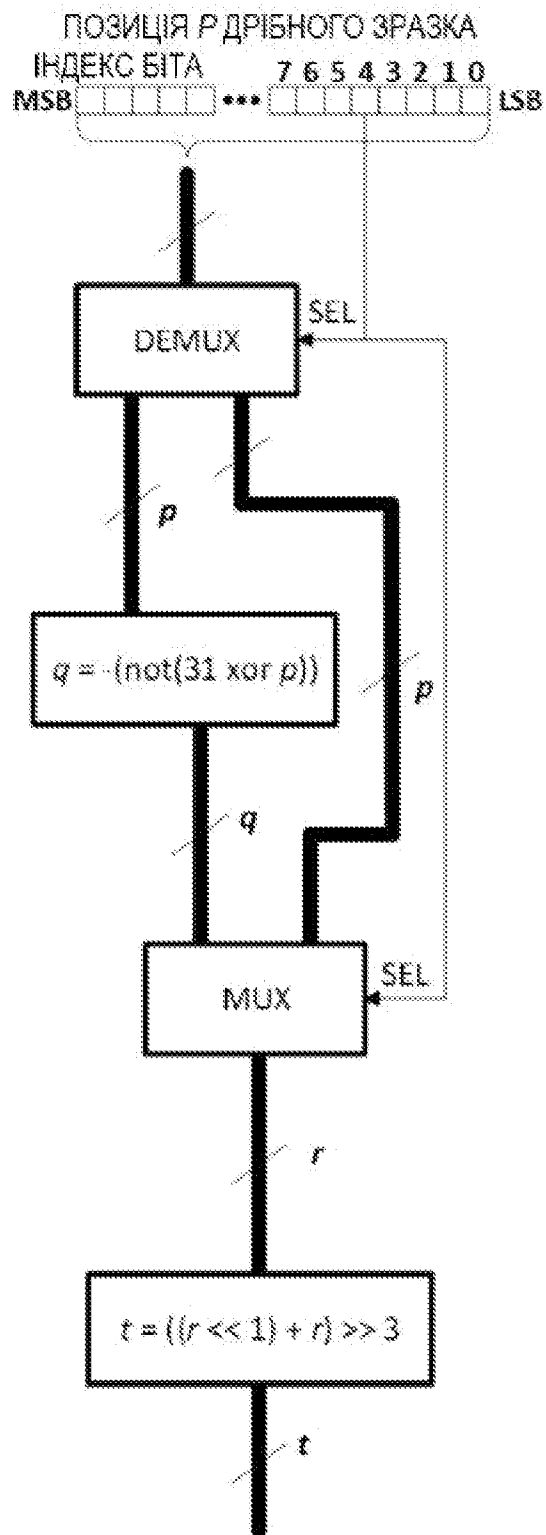


Fig. 22

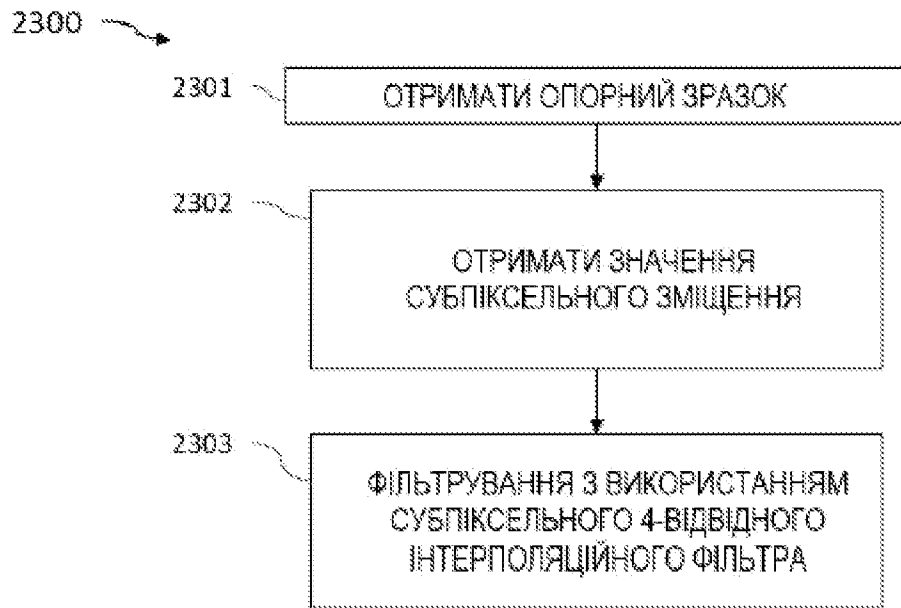


Fig. 23

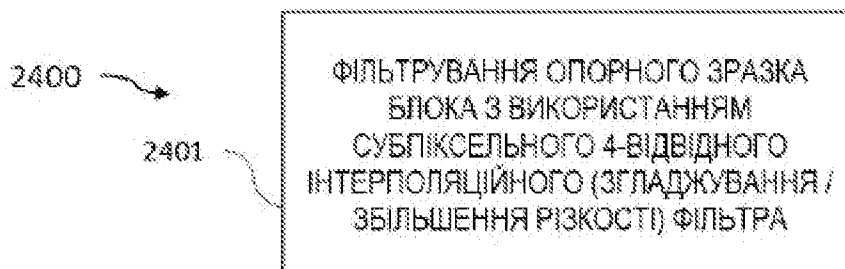


Fig. 24

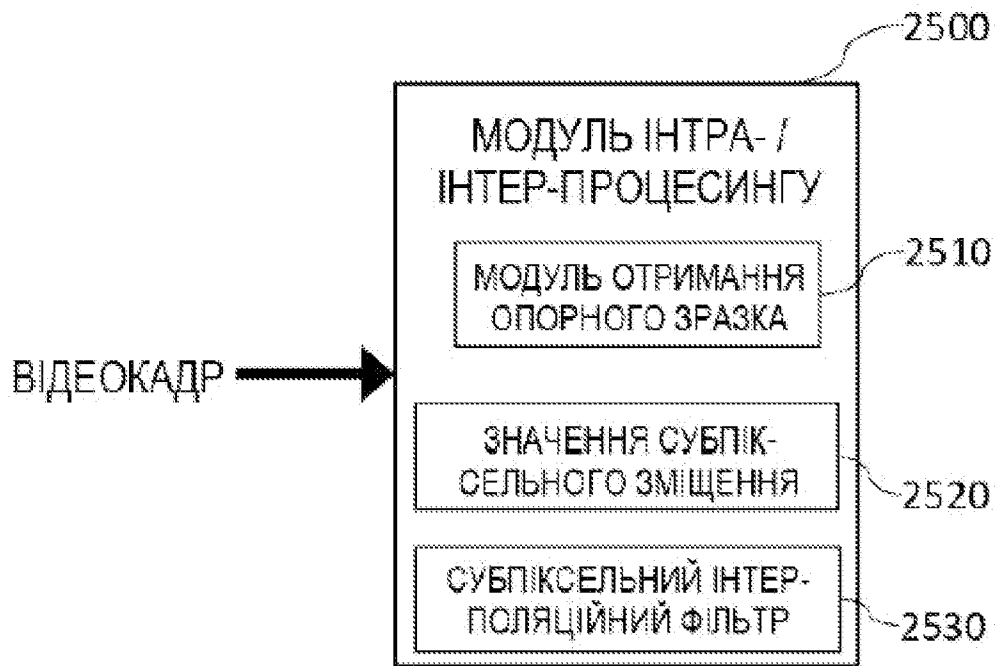


Fig. 25

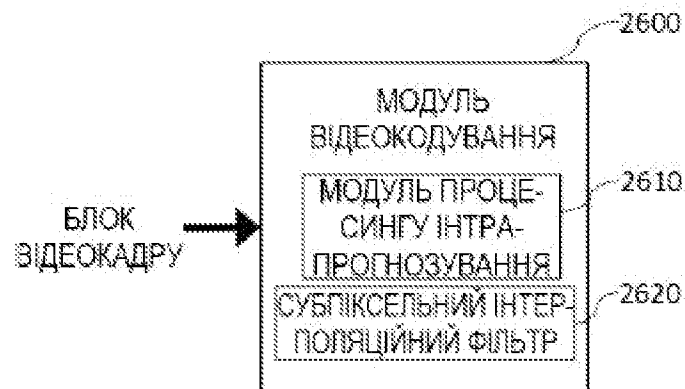


Fig. 26