

ДОДАТОК А СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра ІМІ

Магістерська кваліфікаційна робота
на тему

*Застосування методів контурного аналізу
для підвищення продуктивності технологій
кодування відеоінформації*

Виконав: Галушка С.В.
Керівник: доц. Харченко Н. А.

Харків - 2021

2

МЕТА РОБОТИ

Дослідження принципу функціонування та порівняльний аналіз методів виявлення контурів

Вимоги до відеокодеків та кодованого відеопотоку

3



Рисунок 1 – Галузі застосування відеоінформації

Вимоги до відеокодеків та кодованого відеопотоку

4

Сімейства технологій кодування відео

MPEG:

- MPEG-1;
- MPEG-2;
- MPEG-4;
- рекомендації H.26*

M-JPEG

M-JPEG-2000

Фрактальні методи

Ключова вимога то технології кодування:

$$K_{\text{вн}} \uparrow |D \leq D', \quad (1)$$

- де D' - рівень внесеної помилки, допустимий за даних умов;
 D - рівень помилки, допустимий за умовами надання сервісу

Важливість урахування семантично значимих областей кадру

5

Головний недолік існуючих відеокодеків

Поширені технології кодування не мають чіткого інструментарію на рівні стандарту, який встановлює величину K_{std} коефіцієнту стиснення з урахуванням необхідного рівня помилки, та множини особливостей змісту оброблюваних фрагментів відеопотоку:

$$K_{std}, D = \varphi(v_q; Y : Cr : Cb; \{G\}; \varepsilon) \quad (2)$$

де $\{G\}$ - множина статистичних, семантичних та психофізичальних особливостей оброблюваного фрагменту;

$Y : Cr : Cb$ - модель кольорної субдискретизації;

ε - рівень поточної декомпозиції відео інформаційного потоку, на якому виконується кодування.

Необхідно дослідити можливість виконання умов (2), що потенційно сприяють забезпеченню встановлення раціональних величин бітової швидкості та помилки у ході кодування

Важливість урахування семантично значимих областей кадру

6

Ключові вимоги до процесу кодування динамічних відеоінформаційних ресурсів

Оперативність

$$\begin{cases} \Delta t \rightarrow t_{max} \\ \Delta t = \varphi(\{A\}; P; W) \end{cases} \quad (3)$$

де Δt - час обробки відеопотоку;

P - доступний ліміт обчислювальних ресурсів системи;

$\{A\}$ - множина особливостей змісту відеосюжету;

W - продуктивність кодеку

Точність

$$\Phi = \varphi(\Lambda; D; U), \quad (4)$$

де Λ - ступінь відповідності семантичного змісту кодованого фрагменту відеопотоку кількості біт, що застосовано для його представлення;

D - рівень внесеної похибки у результаті кодування;

U - рівень остаточної надмірності даних, які надсилаються у мережу.

Ресурсосмієність кодеку

Об'єм Q операцій обчислень, необхідних для формування коду найменшої структурної одиниці динамічного відеопотоку

Важливість урахування семантично значимих областей кадру

7

Розподіл інформаційної інтенсивності усередині кодованих відеокадрів



Рисунок 2 – кадри а) та б) RAW-потіку роздільної здатності 1368x768 (3.07 МБ), MSE=0

Рисунок 3 – 1-кадр 1, MSE=121207 а) та 1-кадр 2, MSE=385728 б), що належать одному кодованому потокові. (Близько 50 КБ) Коефіцієнт стиснення =60

Рисунок 4 – кадри помилки, побудовані за результатами порівнянь вихідних та кодованих файлів - кадру 1 а), кадру 2 б)

Важливість урахування семантично значимих областей кадру

8

Попередні висновки

З точки зору підвищення точності обробки відеопотоку, доцільним є підхід, у рамках якого обробка окремих фрагментів виконується з огляду на факт належності контурів у її складі, що потенційно сприяє виконанню умов (2).

Отже, необхідно вирішити такі завдання, як:

- визначення механізму виокремлення контурних ділянок з кадру;
- вироблення рішення щодо рівня декомпозиції відео інформаційного потоку, на якому виконується обробка.

Метод виявлення факту присутності контуру у фрагментах

Процедура виявлення контурів на рівні фрагментів $f_{k,l}^{(F)}$, що базується на відстежуванні різниці компонент ясравності:

$$\begin{cases} \delta_1 = \sum_{k=1}^N \delta_{k,l}^{(max)} - \delta_{k,l}^{(min)} \\ \delta_2 = \sum_{l=1}^N \delta_{k,l}^{(max)} - \delta_{k,l}^{(min)} \end{cases} \quad (5)$$

де $\delta_{k,l}^{(max)}$ та $\delta_{k,l}^{(min)}$ - найбільша та найменша ясравісна компоненти у менаж а-го ряду відповідно.

Умови належності фрагменту до множини С контурних:

$$\begin{cases} f_{k,l}^{(F)} \in C \mid \delta_1 \vee \delta_2 \geq \delta_{th} \\ f_{k,l}^{(F)} \in C \mid \delta_1 \wedge \delta_2 \geq \delta_{th} \\ f_{k,l}^{(F)} \notin C \mid \delta_1 \wedge \delta_2 < \delta_{th} \end{cases} \quad (6)$$

Розгляд відеокадру у вигляді конкатенації фрагментів контурного типу та таких, що контурів не містять:

$$F = C \& H \quad (7)$$

Принцип зміни коефіцієнту стиснення залежно від належності локального фрагменту $f_{k,l}^{(F)}$ до множини контурних:

$$\begin{cases} K_{enc} = K_{enc} - \gamma_1 \mid f_{k,l}^{(F)} \in C \\ K_{enc} = K_{enc} + \gamma_2 \mid f_{k,l}^{(F)} \in H \end{cases} \quad (8)$$

де γ_1 та γ_2 - величини, на яку змінюється значення K_{enc} , що задане за замовчуванням для базових умов обробки.

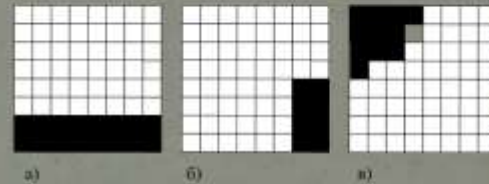


Рисунок 5 – Приклади локалізації контурів у межах базових фрагментів кадру

Метод виявлення факту присутності контуру у фрагментах

Ситуація невизначеності, коли фрагмент $f_{k,l}^{(F)}$ визначається як квазі-контурний:

$$\begin{cases} \delta_1 \wedge \delta_2 = \delta_{th} \& \delta_1 \wedge \delta_2 < \delta_{th} \\ \delta_1 \vee \delta_2 < \delta_{th} \& \delta_1 \vee \delta_2 < \delta_{th} \end{cases} \quad (9)$$

Розгляд кадру F з урахуванням підмножини С' контурних субфрагментів отриманих на другому рівні декомпозиції кадру:

$$F = (C \& C') \& H \quad (10)$$

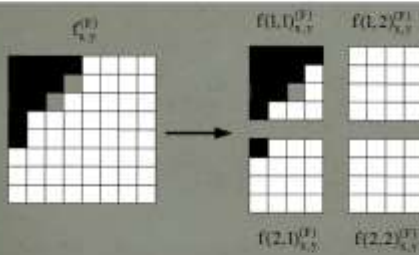


Рисунок 6 – Приклад утворення масиву субфрагментів за рахунок декомпозиції базового фрагменту кадру F

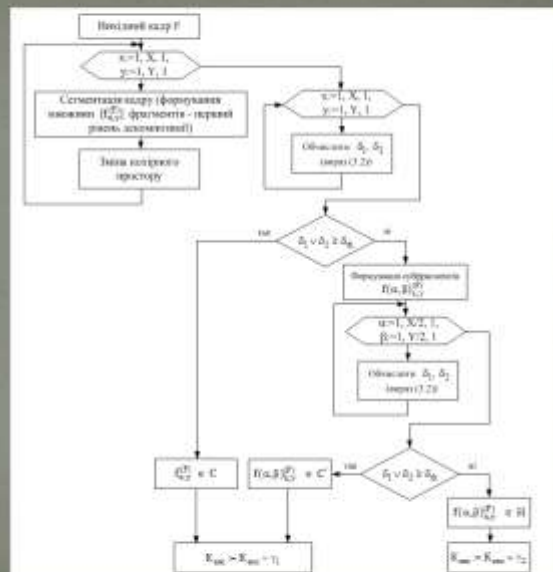


Рисунок 7 – Загальна схема обробки з виявленням контури за участю першого та другого рівнів декомпозиції кадру

Методи ковзаючої маски

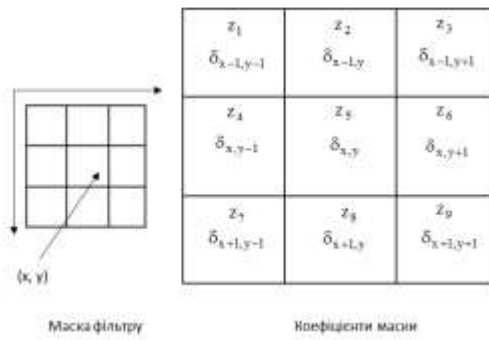


Рисунок 8 – Ковзаюча маска-фільтр (операнд), що використовується для пошуку ділянок зміни яскравості

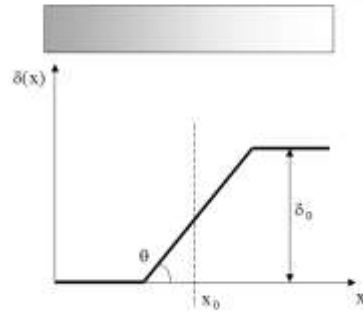


Рисунок 9 – Схематична інтерпретація поняття контуру

Умови, за яких існуючий перехід між значеннями $\delta_{x,y}$ яскравості може вважатися контуром:

$$\begin{cases} \delta_0 \geq \Gamma_0^{(k)} \\ \theta \geq \theta_{th} \end{cases} \quad (15)$$

Методи ковзаючої маски

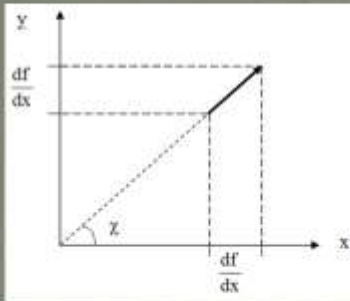


Рисунок 10 – Графічний опис градієнту яскравості

Величина відгуку фільтрації, отриманого у точці (x,y) на випадок операнду 3×3 :

$$\begin{aligned} \Theta = & z_1 \delta_{x-1,y-1} + z_2 \delta_{x-1,y} + z_3 \delta_{x-1,y+1} + \\ & + z_4 \delta_{x,y-1} + z_5 \delta_{x,y} + z_6 \delta_{x,y+1} + z_7 \delta_{x+1,y-1} + \\ & + z_8 \delta_{x+1,y} + z_9 \delta_{x+1,y+1} \end{aligned} \quad (12)$$

Обчислення першої похідної одновимірної функції δx , як різниці сусідніх компонент:

$$\frac{df}{dx} = \delta_{x+1} - \delta_x \quad (13)$$

Розрахунок другої похідної (знаходження різниці сусідніх значень першої похідної):

$$\frac{d^2f}{dx^2} = \delta_{x+1} - \delta_{x-1} + 2\delta_x \quad (14)$$

Модуль вектору градієнту:

$$|Vd| = \sqrt{\Theta_x^2 + \Theta_y^2} \quad (15)$$

Кут між напрямком вектору у точці (x,y) і віссю x :

$$z = \arctg \left(\frac{\Theta_y}{\Theta_x} \right) \quad (16)$$

Методи ковзаючої маски

13

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

Рисунок 11 – Операнди Превіта

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

-1	0
0	1

Рисунок 12 – Операнди Робертса

0	-1
1	0

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Рисунок 13 – Операнди Собеля

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

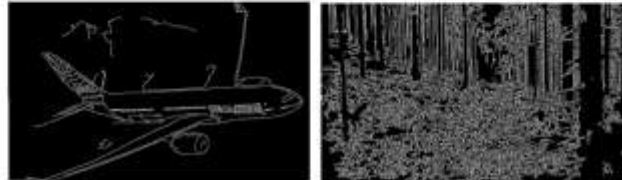


Рисунок 14 – Результати виявлення контурних даних на тестових кадрах – Кадр 1 а) Кадр 2 б)

Оцінка продуктивності методів контурного аналізу

14

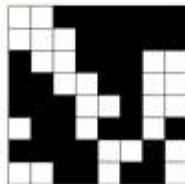


Рисунок 15 – Приклад складних примикаючих контурів

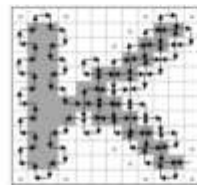


Рисунок 16 – Принцип обходу зображення у ході виявлення контуру за алгоритмом «змея»

Таблиця 1 - Порівняння методів виявлення контурів за ключовими показниками

Показник \ Метод	Порогові методи виявлення контуру	методи факту присутності контуру	Методи просторової фільтрації (на базі операцій Собеля)
Швидкість за найгірших умов	558 операцій на фрагмент		$900 + (m + 4) \times 64$ операцій на фрагмент
Достовірність	Рівень корегується		Рівень корегується
Функціональні особливості	Адаптовані для застосування на рівні фрагментів кадру		Зростає кількість обчислювальних операцій зі збільшенням рівня докомпозиції кадру, на якому виконується обробка

ВИСНОВКИ

15

1. Розглянуто роль відеоінформації у розвитку сучасного соціуму
2. Досліджено загальні принципи функціонування сучасних технологій відеокодування та можливості, що надаються ними.
3. Виявлено, що у складі сучасних технологій кодування відео на рівні стандарту не затверджено інструментів, які спрямовані на урахування особливостей змісту кодovаних фрагментів та встановлення для них відповідної величини коефіцієнта стиснення. Це, у свою чергу, веде до нерационального розподілу інформаційної інтенсивності між структурними одиницями відеопотоку.
4. Обґрунтовано необхідність збільшення точності обробки відео, що створює умови для рационального розподілу інформаційної інтенсивності між структурними одиницями відео потоку.
5. Обґрунтовано вибір фрагменту 8x8, як ключової структурної одиниці, та субфрагменту 4x4 – як додаткової, на рівні якої виконується кодування відео.
6. Показано, що найбільш семантично значимими ділянками відео потоку на рівні кадру є контури. Відповідно, фрагменти відеокадру, що містять контурні дані, мають кодуватися окремо від інших фрагментів.
7. Для виокремлення контурних фрагментів від фрагментів, що не містять контурів, можуть використовуватися прості порогові методи, що виявляють сам факт присутності контурної інформації у межах фрагменту, або методи на базі кованчик масок, що виконують виявлення та локалізацію контурів у межах зображень довільного типу.
8. Виявлені контурні фрагменти кодуються зі зменшенням коефіцієнтом стиснення, тоді як фрагменти, що контурів не містять – зі збільшенням. Це створює умови для рационального розподілу інтенсивності усередині кодovаних кадрів.
9. Доведено, що використання простих порогових методів, що орієнтовані на виявлення самого факту присутності контурної інформації, є ефективнішим методом на базі кованчик масок за такими показниками, як:
 - швидкість алгоритму;
 - функціональні особливості. Прості порогові методи є початково адаптованими до обробки фрагментів 8x8 або 4x4 відеокадру, та за будь-яких умов їхня продуктивність є сталою. У свою чергу, методи на базі кованчик масок є залежними від особливостей змісту аналізованого фрагменту. При цьому, зі зменшенням рівня декомпозиції кадру їхня продуктивність суттєво зменшується.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

ДОДАТОК Б
ТЕЗІСИ

SCI-CONF.COM.UA

**MODERN SCIENCE:
INNOVATIONS AND
PROSPECTS**



**ABSTRACTS OF II INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
NOVEMBER 7-9, 2021**

**STOCKHOLM
2021**

51. *Полянський О. С., Д'яконов В. І., Д'яконов О. В., Насальський В. А., Пиріжок В. С.* 286
 ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ МЕБЛЕВИХ ВИРОБНИЦТВ В
 ГЕНЕРАТОРНИЙ ГАЗ ГАЗОГЕНЕРАТОРНИХ ДВИГУНІВ З
 ВИКОРИСТАННЯ НВЧ-ТЕХНОЛОГІЙ.
52. *Скрипник В. С., Журавлев Д. Ю., Андрейчиков Е. Ю., Болонный В. Т.* 292
 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА В ПАРАХ ТРЕНИЯ ТОРМОЗОВ.
53. *Сорокіна А. П., Бабич М. І.* 302
 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ СПОРТИВНИХ
 РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТСМЕНІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ
 РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ЗБІРНОЇ.
54. *Стефанович І. С., Стефанович П. І., Прокопенко І. О.* 306
 ЯДЕРНИЙ ВИБУХ ТА ЙОГО ВРАЖАЮЧІ ФАКТОРИ.
55. *Твердохліб В. В., Харченко Н. А., Калініченко В. М., Галушка С. В., Дяченко Д. А.* 313
 ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ
 КОДУВАННЯ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ.
56. *Твердохліб В. В., Юрченко В. Р., Ольховський В. І., Дяченко Д. А.* 317
 АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ БАЛАНСУВАННЯ БІТОВОЇ ШВИДКОСТІ
 ВІДЕО ТРАФІКУ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ.
57. *Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Прокопов В. Г., Мєранова Н. О.* 323
 ЗАЛЕЖНІСТЬ ГУСТИНИ НАНОКОМПЗИТІВ ВІД ВЕЛИЧИННИ
 ПЕРЕГРІВУ РОЗПЛАВУ ПОЛІМЕРУ.
58. *Харченко Н. А., Бойчук М. І., Дяченко Д. А.* 328
 ПІДХІД ДО ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ
 МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ.
59. *Чупайленко О. А., Ломова К. В., Журавель Н. В.* 331
 ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ АВТОМОБІЛЬНИХ МІЖНАРОДНИХ
 ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ.
60. *Штрибець В. В., Трофименко А. О., Бойко С. О., Ткаченко В. В.* 335
 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФЕКТІВ ПІДШИПНИКІВ
 СУДНОВИХ ВАЛОПРОВОДІВ.
- PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES**
61. *Plina K. E., Lystopadova V. V.* 340
 UNSOLVABLE MATHEMATICAL PROBLEMS AND THEIR IMPACT
 ON STUDENTS.
- ARCHITECTURE**
62. *Тіхонова О. А.* 343
 АСПЕКТИ GREEN BIM-МОДЕЛЮВАННЯ В АРХІТЕКТУРІ.
63. *Фостащенко О. М., Архіпова К. К., Фостащенко Д. О., Трушина В. С., Захарова С. О.* 348
 ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ РЕНОВАЦІЇ ПАРКІВ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ.

ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ КОДУВАННЯ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ

Твердохліб Віталій Вікторович

к.т.н.

Харченко Наталія Андріївна

к.т.н., доц.

Калініченко Владислав Максимович,

Галушка Сергій Вячеславович

Дяченко Денис Андрійович

студенти

Харківський національний університет радіоелектроніки
м. Харків, Україна

Вступ. Одночасно зі зростанням відсоткової частки відеотрафіку у Всесвітній мережі, яка на сьогодні становить більш, ніж 80%, спостерігається збільшення відсотку відеоінформації, критичної до втрат. Це накладає додаткові вимоги на методи обробки відеоінформації таким чином, щоб забезпечувалася мінімізація внесеної помилки з одночасним досягненням необхідного коефіцієнту стиснення.

Мета роботи. Аналіз шляхів підвищення коефіцієнту стиснення відеоданих за умови мінімізації внесених помилок.

Матеріали і методи. Виконується аналіз стандартизованих інструментів зниження інформаційної інтенсивності відео, що застосовуються технологіями кодування. Розкриття обмежень, властивих поширеним сьогодні підходам до стиснення відеоінформації може бути виконано на базі системного підходу, керуючись теоретичним апаратом аналізу складних систем. Формування рекомендацій відносно шляхів збільшення продуктивності існуючих методів обробки відео базується на положеннях теорії інформації та кодування.

У рамках сімейства MPEG на сьогодні використовується фронтальний принцип кодування, тобто, такий, за яким усі фрагменти $\mathcal{B}_{k,l}$, що належать k -му слайсу l -го кадру у потоці обробляються за однаковим сценарієм.

Недоліком такого підходу є те, що семантична складова відеокадрів при цьому не ураховується. При цьому складаються умови, коли фрагмент $\mathfrak{B}_{k,l}$, що не є семантично важливим, у результаті кодування буде представлено деякою кількістю $R_{k,l}$, яка для даного випадку буде невиправдано високою. Водночас, при цьому не гарантується, що кількість біт для опису семантично складного фрагменту буде достатньо. Тобто, має місце нерациональний розподіл інформаційної інтенсивності у межах слайсу (кадру).

У зв'язку з зазначеним, для збільшення коефіцієнту стиснення відео за умови мінімальної внесеної похибки пропонуються такі шляхи удосконалення існуючих підходів до кодування, як:

- на етапі кодування без втрат застосування методів, що орієнтуються на усунення надмірностей, які ігноруються існуючими ймовірнісно-статистичними методами;

- застосування селективного підходу, у рамках якого попередньо виконується оцінка семантичної складності оброблюваного фрагменту.

Перший напрямок передбачає усунення структурної та комбінаторної надмірностей фрагменту $\mathfrak{B}_{k,l}$.

Для цього після етапу кватнізації фрагмент $\mathfrak{B}_{k,l}$ підлягає кодуванню у поліадичному просторі, за рахунок чого досягається:

- у середньому у 2 рази вищий коефіцієнт стиснення порівняно з підходами на базі арифметичного кодування або кодування за Хафманом;

- зменшення часу обробки фрагменту $\mathfrak{B}_{k,l}$ та обчислювальних ресурсів за рахунок доко, що формування кодового опису $E(\mathfrak{B}_{k,l})$ фрагменту не потребує попереднього виконання лінеаризації компонент та процедури RLE;

- можливість резервування обчислювальної потужності, так як кількість операцій у ході побудови кодової конструкції $E(\mathfrak{B}_{k,l})$ є детермінованою та не залежить від особливостей його змісту на відміну від поширених сьогодні підходів до кодування без втрат.

У рамках другого напрямку кадр $F(\ell)$ відеопотоку, або слайс S_ℓ чи тайл T_ℓ кадру, розглядаються як сукупність фрагментів різної семантичної складності.

Так, слайс S_ℓ це може бути описано наступним виразом:

$$S_\ell = \{\mathcal{S}(\text{hi})_{k,\ell}\} \& \{\mathcal{S}(\text{med})_{k,\ell}\} \& \{\mathcal{S}(\text{low})_{k,\ell}\}, \quad (1)$$

де $\{\mathcal{S}(\text{hi})_{k,\ell}\}$, $\{\mathcal{S}(\text{med})_{k,\ell}\}$ та $\{\mathcal{S}(\text{low})_{k,\ell}\}$ - множини фрагментів k -го слайсу ℓ -го кадру, визнані семантично складними, середньо-складними та нескладними відповідно.

Для виявлення належності фрагменту до одного з зазначених типів за семантичною складністю, застосовується виявлення рівня його просторової $\Omega(\mathcal{S}_{k,\ell})$ та спектральної складності $\Xi(\mathcal{S}_{k,\ell})$. Належність фрагменту до одного з типів визначається на базі порогового підходу.

Далі, виходячи з належності фрагменту до однієї з множин, відповідним чином виконується зміна кроку η квантування, а саме:

$$\begin{cases} \mathcal{S}_{k,\ell} \in \{\mathcal{S}(\text{hi})_{k,\ell}\} | \eta \geq \eta - \alpha; \\ \mathcal{S}_{k,\ell} \in \{\mathcal{S}(\text{med})_{k,\ell}\} | \eta = \text{const}; \\ \mathcal{S}_{k,\ell} \in \{\mathcal{S}(\text{low})_{k,\ell}\} | \eta \leq \eta + \nu, \end{cases} \quad (2)$$

де α та ν - величини зміни базового кроку квантування для семантично складних та нескладних фрагментів відповідно.

Розглянутий підхід може бути реалізовано на базі алгоритмів контурного аналізу. У цьому випадку замість вимірювання параметрів $\Omega(\mathcal{S}_{k,\ell})$ та $\Xi(\mathcal{S}_{k,\ell})$ виявляється факт присутності контуру у межах фрагменту $\mathcal{S}_{k,\ell}$. Виходячи з конкретних умов обробки, тут може бути застосовано різні шаблони лінійної фільтрації.

Наприклад, якщо умови обробки вимагають мінімізації часу виявлення контурів, може бути використано оператор Робертса, тоді як для виявлення контурів зі збільшеною точністю застосовуються оператори Собеля або Превіта. Тоді, аналогічно виразу (1), слайс S_ℓ розглядатиметься як множина

$\{\mathcal{B}(c)_{k,l}\}$ фрагментів, що містять контури та множина $\{\mathcal{B}(u)_{k,l}\}$, фрагменти якої контурної інформації не містять, тобто:

$$S_l = \{\mathcal{B}(c)_{k,l}\} \& \{\mathcal{B}(u)_{k,l}\} \quad (3)$$

Аналогічним чином передбачається зміна кроку квантування для обробки фрагментів, а саме:

$$\begin{cases} \mathcal{B}_{k,l} \in \{\mathcal{B}(c)_{k,l}\} | \eta = \eta - u; \\ \mathcal{B}_{k,l} \in \{\mathcal{B}(u)_{k,l}\} | \eta = \eta + v. \end{cases} \quad (4)$$

Результати та обговорення. Застосування селективного підходу створює умови для більш раціонального розподілу інформаційної інтенсивності у межах фрагментів кодованого кадру. Це дозволяє збільшити коефіцієнт стиснення відео з внесенням мінімального рівня похибки.

Разом з тим, для уніфікації даного підходу необхідно додатково розробити механізми визначення величини зміни кроку квантування для фрагментів різної семантичної складності. Окрім цього, додаткових досліджень потребує принцип встановлення величини порогів для класифікації фрагментів за семантичною складністю.

Висновки. Розглянуто недоліки існуючого підходу до кодування відеоінформації. Обґрунтовано доцільність застосування механізмів кодоутворення оброблених фрагментів відео потоку у поліадичному просторі та використання селективного підходу до кодування. Такий підхід дозволяє розподіляти крок квантування між фрагментами кадрів (сласів) залежно від їхньої семантичної складності, що дає змогу збільшити коефіцієнт стиснення за умови внесення мінімальної помилки у ході обробки відеопослідовності.

