

## ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи



ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ  
КАФЕДРА ЕОМ

Методи стиснення  
відеоданих для  
підвищення  
ефективності  
комп'ютерних систем

Автор

Ігнат'єв О.О.

ст. гр. СПм-23-1

Керівник

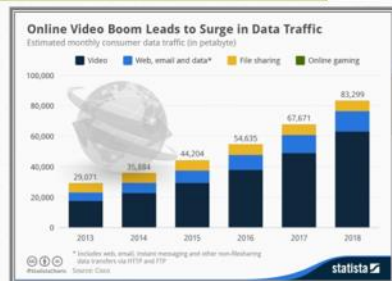
Ні Я.С.

ст. викл. каф. ЕОМ



## Огляд проблемної області

- Зростаючий обсяг відеоданих у сучасному світі створює значні навантаження на КС. Висока роздільна здатність, потокове відео та відеоконференції вимагають ефективних методів стиснення, які забезпечують баланс між якістю відео та швидкістю передачі даних.
- Традиційні методи стиснення зокрема MPEG-4, мають певні обмеження: вони рівномірно обробляють усі частини кадру, незалежно від їхньої інформативності, що призводить до перевитрат ресурсів.
- Основною метою роботи є подолання цих недоліків шляхом інтеграції адаптивних методів, які дозволяють оптимізувати стиснення без втрати якості важливих ділянок відео.

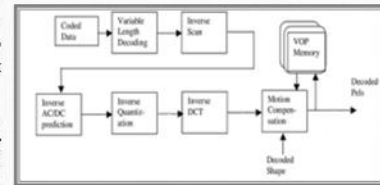


Джерело: Cisco Visual Networking Index



## Аналіз існуючих рішень

- Стандарт MPEG-4 є одним із найпоширеніших методів стиснення відео, який дозволяє зменшити обсяг даних за рахунок усунення надлишкової інформації. Основні етапи процесу включають: розбиття відео на кадри, компенсацію руху, дискретне косинусне перетворення (DCT), квантування та ентропійне кодування.
- Попри свою популярність, MPEG-4 має обмеження: усі блоки кадру обробляються однаково, незалежно від їхньої інформативності. Це призводить до зайвих витрат обчислювальних ресурсів і обмежує ефективність у реальних мережах із великими навантаженнями.
- Недоліки стандарту створюють необхідність у вдосконаленні методів стиснення, зокрема, шляхом інтеграції адаптивних підходів.



Блок схема MPEG-4

3



## Мета Роботи

- Мета дослідження — вдосконалення стандарту відеокompresії MPEG-4 шляхом інтеграції адаптивних методів, які підвищують ефективність стиснення відео без втрати якості важливих ділянок.

Запропоновані методи спрямовані на оптимізацію обчислювальних ресурсів, зменшення обсягу даних і забезпечення високої якості відео в реальних умовах роботи інформаційно-телекомунікаційних мереж.



4



## Задачі

Для досягнення мети дослідження поставлено такі завдання:

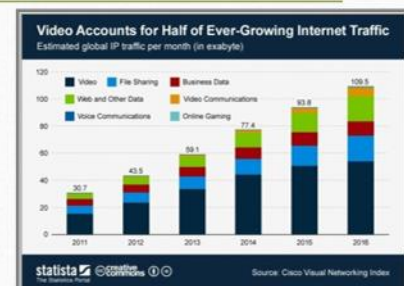
- Проаналізувати існуючі методи стиснення відео, зокрема стандарт MPEG-4, і визначити їхні обмеження.
- Розробити адаптивний підхід до обробки відео, включаючи сегментацію за середньою довжиною змін, адаптивну компенсацію руху, модифікацію DCT і квантування, а також інтеграцію арифметичного кодування.
- Реалізувати розроблений підхід програмно та провести його моделювання.
- Оцінити ефективність запропонованого методу на основі експериментальних даних із реальних відео, враховуючи економію обчислювальних ресурсів та якість стиснення.

5



## Актуальність обраної теми

- Сучасний світ стикається з постійним зростанням обсягів відеотрафіку, який сьогодні становить понад 65% від загального інтернет-трафіку. Високоякісне відео, потокові сервіси, відеоконференції та системи відеоспостереження створюють величезне навантаження на інформаційно-телекомунікаційні мережі.
- Стандарт MPEG-4 залишається популярним інструментом стиснення, але його традиційні методи вже не відповідають вимогам сучасності, оскільки неефективно використовують ресурси мереж і не забезпечують достатньої оптимізації обробки.
- Розробка нових адаптивних підходів до стиснення відео є ключем до подолання цих викликів і забезпечення ефективної роботи мереж у майбутньому.



Джерело:

<https://www.statista.com/chart/624/global-ip-traffic-per-month-from-2011-to-2016/>

6





## Запропоноване рішення (ДКП та квантування)

- Диференційно-кодувальне перетворення (ДКП): Інформативні блоки, які містять більше деталей, обробляються з високою точністю, зберігаючи всі важливі елементи зображення. Неінформативні блоки, де відсутня важлива інформація, обробляються швидше, з використанням простіших алгоритмів, що значно знижує обчислювальну складність.
- Квантування: Для інформативних блоків застосовується менш агресивне квантування, що дозволяє зберегти високий рівень якості зображення. Для неінформативних блоків квантування є більш агресивним, знижуючи точність без значної втрати якості загального зображення.



Цей підхід дозволяє досягти значної економії часу та ресурсів на етапах стиснення, зменшуючи розмір даних без втрати важливої інформації. В результаті, ми отримуємо ефективніше стиснення з меншими обчислювальними витратами.

Формула для адаптивного квантування виглядатиме наступним чином:

$$Q_{adapt} = Q_0 \times f(D),$$

Дисперсія блоку (D) для інформативних блоків  $\approx 1$ , а для неінформативних блоків  $\gg 1$ .

9



## Отримані результати

У ході перевірки ефективності запропонованого методу, спочатку, було перевірено чи є сегментація за середньою довжиною найкращою з можливих варіантів, тому вона була порівняна з методом Хрящева, який знаходив інформативні блоки за допомогою дисперсії, та з методом порогові різниці. Перевірка відбувалася по трьом кадрам різної інформативності.

Результати можете побачити на скріншотах та таблиці наведених нижче.

Метод сегментації	Перший кадр		Другий кадр		Третій кадр	
	Достовірність, %	Час, ms	Достовірність, %	Час, ms	Достовірність, %	Час, ms
Середня довжина	97.5	170	96	400	91.5	62
Метод Хрящева	94	503	89	3000	91	121
Порогова різниця	96	500	67.8	2800	92	77

10

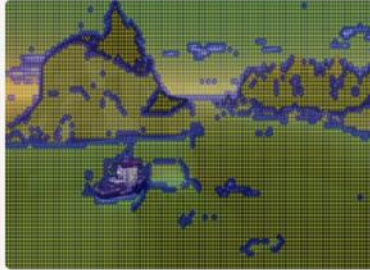


## Отримані результати (Кадр оброблений трьома методами)

За середньою довжиною



Метод Хрящева



Метод порогової різниці



11



## Отримані результати

Після обґрунтування ефективності нашого методу сегментації, ми провели аналіз його ефективності порівняння зі звичайним стандартом MPEG-4. Було проаналізовано 5 відео по, приблизно, 10 секунд кожне. Кожне відео кадрувалося а потім проходило нашу сегментацію для подальшого аналізу, а саме, було прораховане середня кількість інформативних сегментів, після цього за допомогою виведеної формули була розрахована ефективність методу.

12



## Отримані результати Формули для розрахунків

Тоді перевагу методу будемо обчислювати як:

$$E = \frac{R_{\text{MPEG-4}} - R_{\text{proposed}}}{R_{\text{MPEG-4}}} \times 100\%$$

На основі експериментів було визначено, що витрати на сегментацію складають у середньому 15% від обсягу обчислень класичного MPEG-4. Тобто  $R_{\text{segmentation}} = 0.15 \times R_{\text{MPEG-4}}$

Для розрахунку загального обсягу обчислень пропонується використовувати формулу, яка включає в себе потужності, які потребує сегментація:

$$R_{\text{proposed}} = R_{\text{segmentation}} + R_{\text{inf}} + \alpha R_{\text{non\_inf}}$$

$R_{\text{segmentation}}$  — обчислення, необхідні для сегментації (наприклад, аналіз середньої довжини змін для кожного блоку);  $R_{\text{inf}}$  — обчислення для інформативних блоків;  $R_{\text{non\_inf}}$  — обчислення для неінформативних блоків;  $\alpha$  — коефіцієнт зниження обчислювальних витрат для неінформативних блоків ( $\alpha = 0.3$ ).

13

## Отримані результати.

Таблиця після аналізу 5 відео:

Експериментна частина	Розмір відео, Мб	Розмір кадру	Кількість кадрів	Середня кількість інформативних блоків, %	Ефективність обчислень, %
Відео 1	4,71	1280x720	126	35	30,5
Відео 2	0,64	640x360	106	25	37,5
Відео 3	3,33	1280x720	86	20	41
Відео 4	3,78	1280x720	105	30	34
Відео 5	0,79	640x360	115	30	34
Середні значення	2,65	-	108	28	35,4



## Аналіз результатів

- Результати експерименту показали, що запропонований метод сегментації демонструє свою ефективність у різних умовах. Сцени з меншою кількістю деталей, як літак у небі чи водоспад, виявилися ідеальними для методу, оскільки велика частка блоків в таких відео є неінформативною, що дозволяє суттєво скоротити обчислювальні витрати. Водночас, у динамічних сценах, таких як луг із зайцями або машина в пустелі, кількість інформативних блоків збільшується, що зменшує рівень загальної оптимізації, але все одно залишає помітний вигреш у ресурсах.
- У середньому запропонований підхід забезпечує економію обчислень на рівні 35,4%, що свідчить про його здатність балансувати між якістю обробки та ефективністю використання ресурсів. Така оптимізація особливо важлива для складних систем, де обробка відеоданих вимагає високої швидкості й точності. Метод вдало адаптується до різних сцен, зберігаючи деталізацію в ключових областях кадру, при цьому уникаючи зайвої витрати ресурсів на менш важливі ділянки. Розроблений алгоритм є універсальним інструментом для сучасних завдань відео стиснення.

15



## Висновки

Проведене дослідження підтвердило, що інтеграція адаптивних методів у стандарт MPEG4 значно підвищує ефективність стиснення відео. Ключовим етапом є сегментація кадрів за середньою дожиною змін, яка забезпечила оптимальний розподіл обчислювальних ресурсів, фокусуючи обробку на найбільш інформативних ділянках. Це дозволило значно знизити витрати на менш інформативні зони, що є критичним для роботи в реальних умовах інформаційно-телекомунікаційних мереж.

Експерименти з п'ятьма відео різної динаміки продемонстрували середній рівень оптимізації обчислень на рівні 35,4%, що підтверджує ефективність запропонованого підходу. Завдяки цьому методу вдалося зберегти високу якість відео, зменшуючи обсяг даних, що є важливим для оптимізації в умовах обмежених ресурсів.

Адаптивність методу до змінних умов сучасних мереж, таких як затримки, втрати пакетів та варіативність пропускної здатності робить процес обробки відео більш стійким. Це особливо важливо для таких сучасних систем, як потокові сервіси, відеоконференції та відеоспостереження.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що запропонований метод відкриває нові можливості для покращення стандартів відеокодування. Адаптивні алгоритми та сегментація виявляють значний потенціал для створення більш ефективних систем відеокompresії, які зможуть працювати в умовах обмежених ресурсів і високих вимог до якості відео.

Цей метод є перспективним у контексті сучасних вимог і може бути подальшого вдосконалення для досягнення ще більшої ефективності.

16



## Апробація результатів

Вступ на конференції 2024 IEEE 5th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATTI)

### Тези:

1. Oleksandr Ignatyev, Serhii Sidchenko, Oleksandr Fedorovsky, Olexandr Shaigas, Ivan Pantas, Yuri Onishchenko "A Method for Increasing the Reliability of Video Information in Information and Telecommunication Networks with Adaptive Coding and Quantisation" 2024 IEEE 5th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATTI). IEEE Conference, November 21 – 23, 2024, Lviv, Ukraine, pp.x-xx.

2. Ігнат'єв О.О., Барковська О.Ю. Методи оптимізації систем стиснення відеоданих // Проблеми інформатизації : XII міжнародна науково-технічна конференція. - 21-22 листопада 2024. –с.75. doi: <https://doi.org/10.32620/PI.24.t2>

### Track 1

14.00-17.30 – Track 1 (Main building of Franko National University of Lviv, Universitetska str., 1, room 229)

#### Moderators:

Prof. Volodymyr Baranik, V. N. Karazin Kharkiv National University.  
Prof. Andrii Krasnorutsky, Ivan Kochetub Kharkov National University of Air Forces  
Kharkiv, Ukraine.  
Prof. Maryan Kyryk, Franko National University of Lviv, Ukraine.

#### Secretary:

Dr.PhD Yuri Babenko, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine.  
Student PhD Fedir Ustyenko, V. N. Karazin Kharkiv National University.  
Oleksandr Terletsky, Franko National University of Lviv, Ukraine.

Join Zoom Meeting  
<https://us02web.zoom.us/j/8217828444?pwd=C0MGRBbnUzZjQ1YUJpWkRlcjZlZzZlL1>

Tr.1.4	A Method for Increasing the Reliability of Video Information in Information and Telecommunication Networks with Adaptive Coding and Quantisation	Oleksandr Ignatyev, Yuri Onishchenko, Serhii Sidchenko, Oleksandr Fedorovsky, Olexandr Shaigas, Ivan Pantas	74
--------	--	--	----