

ДОДАТОК А СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра інформаційно-мережної інженерії

кваліфікаційна робота магістра на тему:

Технічний аудит інтернет-магазину, як засіб збільшення його продуктивності

Виконав: Дяченко Д. А.
ІМІМ-20-2
Керівник: ст. викл. Калюжний М. М.

Харків - 2022

2

Мета роботи: дослідити особливості використання типових заходів моніторингу стану сайту та механізмів стегааналізу, як додаткових механізмів підтримки його функціональності

Технічний аудит веб-ресурсів

3

Ключові аспекти функціональної продуктивності веб-ресурсу

(спроможність веб-ресурсу за певний часовий відрізок забезпечувати):

- надходження певного обсягу фінансових коштів (або певної кількості операцій купівлі/продажу);
- певний обсяг трафіку (звернення до сайту тієї чи іншої кількості відвідувачів);
- конверсію на заданому рівні.

Технічна продуктивність (спроможність ресурсу забезпечити відповідність тим чи іншим показникам комплексного оцінювання)

Найчастіше такий показник - час реакції вузла на клієнтське звернення, що вимірюється:

- у абсолютних одиницях (секунди);
- у відносних одиницях (внутрішні метрики пошукових систем).

Фактори впливу на технічну продуктивність:

- апаратні характеристики веб-серверу, або хостингу;
- застосована система керування змістом (CMS) та її відповідність масштабу та завданням сайту;
- оптимізованість CMS та зовнішніх модулів;
- раціональність застосованих шаблонів CMS

Технічний аудит веб-ресурсів

4

Взаємозв'язок між величинами функціональної W_{func} та технічної W_{tech} продуктивності:

$$W_{\text{func}} = \varphi(W_{\text{tech}}; \lambda), \quad (1)$$

де λ - показник продуктивності реалізованих заходів з SEO та інтернет-маркетингу.

Одним з підходів щодо забезпечення росту функціональної продуктивності будь-якого веб-ресурсу є забезпечення збільшення технічної продуктивності.

Технічний аудит веб-ресурсів

5

Ключові шляхи збільшення технічної продуктивності сайту

1. Нарощування апаратної потужності платформи, на базі якої функціонує сайт, зокрема:

- ✦ зміна серверної системи на більш потужну;
- ✦ корегування апаратної конфігурації серверної платформи (тобто, часткова модернізація обладнання);
- ✦ вибір нової конфігурації хостингу, яка відрізняється вищими показниками обчислювальної потужності порівняно з існуючими.

2. Оптимізація програмної складової та процесів апаратно-програмної взаємодії:

- ✦ налаштування бази даних та рНР-середовища;
- ✦ зміна чи налаштування CMS відповідно до завдань, які вирішуються сайтом;
- ✦ зміна чи раціоналізація шаблонів або тем сторінок;
- ✦ корегування способу подання контенту;
- ✦ усунення недоліків у функціонуванні обробників даних на рівні серверу тощо.

Технічний аудит веб-ресурсів

6



Рисунок 1 - Ситуація невизначеності, викликана протиріччями між функціональністю та продуктивністю сайту

Технічний аудит веб-ресурсів

7



Рисунок 2 - Типовий склад кожного з базових сценаріїв реалізації технічного аудиту веб-вузла

Технічний аудит веб-ресурсів

8

Таблиця 1 – Ключові характеристики найбільш відомих систем керування змістом сайту, до беруться до уваги у ході первинної оцінки CMS у рамках виконання технічного аудиту

CMS	Галузь застосування			Безпечність системи	Рівень пavidкoдoї системи	Ресурсоміність	Нецoлoкoс
	Інтернет-магазини	Блоги	Соціальні мережі				
Joomla	+	+	+	Середня	Середня	Середня	Специфічна архітектура системи
Drupal	+	+	+	Найвища	Висока	Висока	Надмірна складність системи
WordPress	+	+	-	Висока	Середня	Висока	Обмеженість каталогу
OpenCart	+	-	-	Висока	Висока	Середня	Вузька спеціалізація
Bitrix	+	+	+	Найвища	Середня	Середня	Специфічна архітектура системи

Технічний аудит веб-ресурсів

9

Технічний аудит вузла на стадії впровадження проекту

- швидкодія CPU + RAM;
- швидкість дискової підсистеми;
- продуктивність середовища створення ПЗ на боці серверу (наприклад, PHP);
- налаштування бази даних (MySQL, Postgresql та ін.);
- раціональність реалізації ПЗ (від того, які ресурси воно використовує)

Таблиця 2– Інструменти оцінки продуктивності апаратної платформи сайту та їх можливості

Інструмент арій	CPU	RAM	Дискова система	MySQL	Postgresql	PHP
Sysbench	+	+	+	+		
Af php bench						+
pgbench					+	

Технічний аудит веб-ресурсів

10

Технічний аудит існуючого проекту

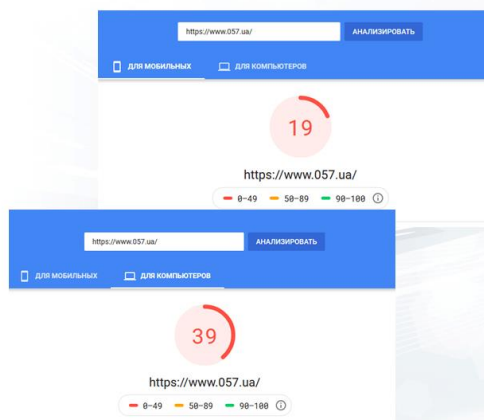


Рисунок 3 – Фрагменти результату тестування сайту 057.ua інструментом Google Page Speed Insights

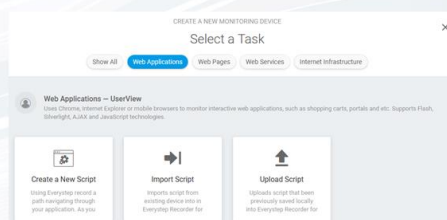


Рисунок 4 – Базовий інтерфейс засобу Dotcom Monitor

Технічний аудит веб-ресурсів

11

Технічний аудит існуючого проекту

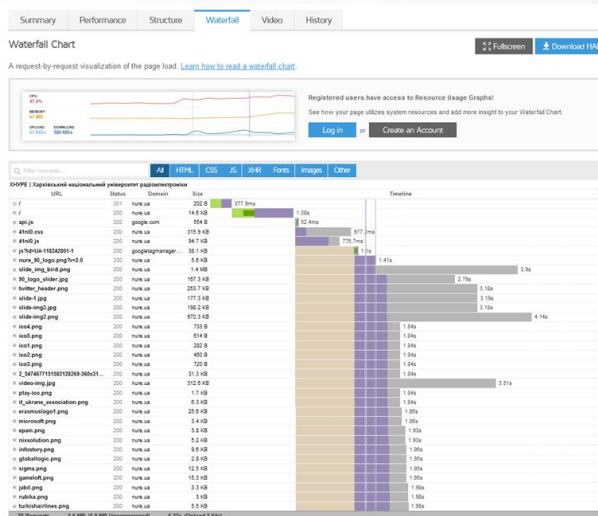


Рисунок 5 – Результат виконання тесту-водоспаду, отриманий для головної сторінки сайту nure.ua

Схема аудиту контенту у реальному часі

12



Рисунок 6 – Типові етапи реалізації АРТ



Рисунок 7 - Один з можливих сценарій застосування стеганографічних методів у складі АРТ

Схема аудиту контенту у реальному часі

13

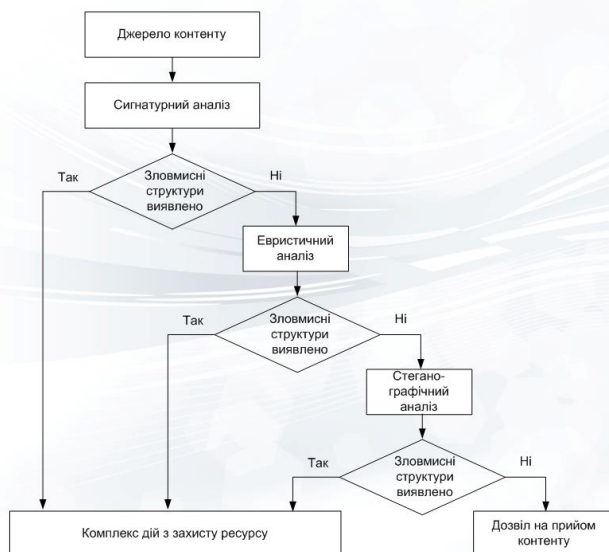


Рисунок 8 - Загальна схема аналізу прийнятого контенту з використанням інструментів кіберзахисту та стегоаналізу

Схема аудиту контенту у реальному часі

14

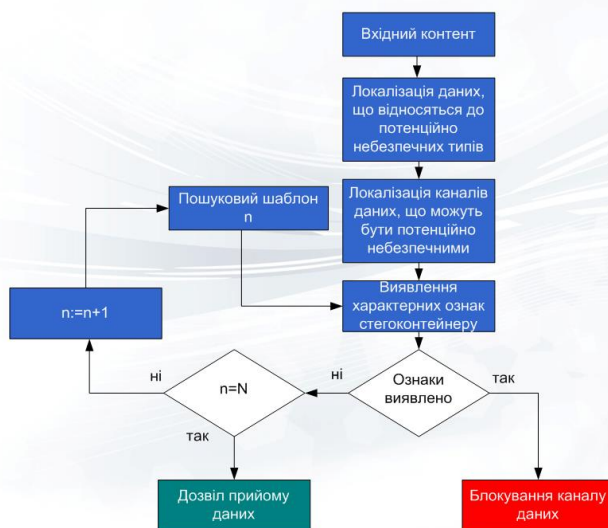


Рисунок 9 - Загальний сценарій виконання процедури стегографічного аналізу контенту

Схема аудиту контенту у реальному часі

17

Таблиця 4 – Порівняльний аналіз фалів ряду типів за показником ступеню надлишковості опису

Тип файлу	Ступінь надлишковості опису
Текстові файли, гіпертекст	+
Файли додатків	-
Файли бібліотек	-
Файли зображень	+++
Аудіо	++
Відео	++++
Файли інших типів	+/-

Таблиця 5 – Дані щодо забезпечення відповідності файлами різних типів вимоги щодо збереження функціональності та цілісності у наслідок виконання інкапсуляції приховуваного контенту

Тип файлу	Гарантований рівень функціональності та цілісності
Текстові файли, гіпертекст	Певною мірою зберігається
Файли додатків	-
Файли бібліотек	-
Файли зображень	+++
Аудіо	+++
Відео	+++
Файли інших типів	+/-

Схема аудиту контенту у реальному часі

18

Таблиця 6 – Аналіз файлів за показником відсутності підозри щодо факту їх трансляції до веб-вузла

Тип даних	Формат файлу	Підозра	Примітка
Звук	wav	+++	Розмір файлу у 5-15 разів перевищує розмір mp3 файлу такого ж змісту та тривалості
	ogg	+/-	Даний тип не має досить широкої розповсюдженості у мережі
	mp3	-	-
Графічні дані	jpeg, jpg	-	-
	gif	-	Формат опису характеризується низьким рівнем надмірності, що знижує цінність даного типу як контейнеру
	bmp	+++	Розмір файлу у 10-20 разів перевищує розмір jpeg файлу такого ж змісту та візуальної якості
	png	+	Має досить вузький діапазон застосування, що не дозволяє розглядати цей тип як універсальний
Відео	mp4	-	-
	mpg	+++	Розмір файлу до 8-10 разів може перевищувати mp4
	mjpeg	+	Розмір файлу до 5-8 разів може перевищувати mp4
	webm	-	Має відносно обмежений діапазон застосуваності, що представлений VoD на базі HTTP



Рисунок 11 - Існує протиріччя, яке сьогодні має місце у ході захисту веб-вузлів від зловмисних впливів за рахунок виявлення маскованих джерел

Схема аудиту контенту у реальному часі

19

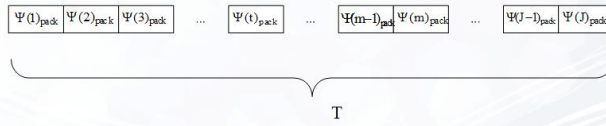


Рисунок 12 - Представлення інформації у буфері приймача сукупністю відрізків потоку даних

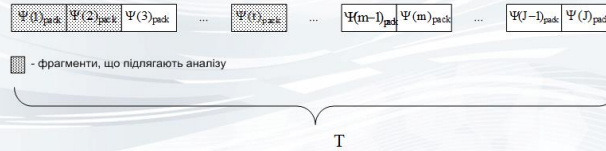


Рисунок 13 – Приклад множини відрізків потоку даних за інтервал T, які вибрано для аналізу на базі простої рандомізації

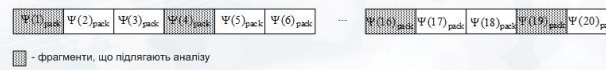


Рисунок 14 - Множина відрізків потоку даних для аналізу, сформована при кроці вибірки 3 для інтервалу, що містить 20 складових

Поширені методи стегааналізу

20

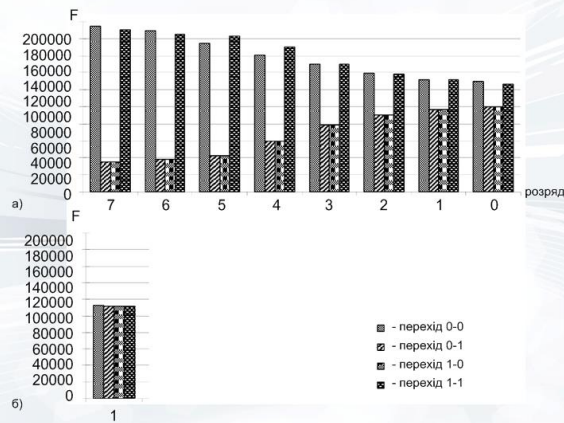


Рисунок 15 – Приклад гістограми обсягу бінарних переходів для звичайного зображення а) та для заповненого контейнера б)

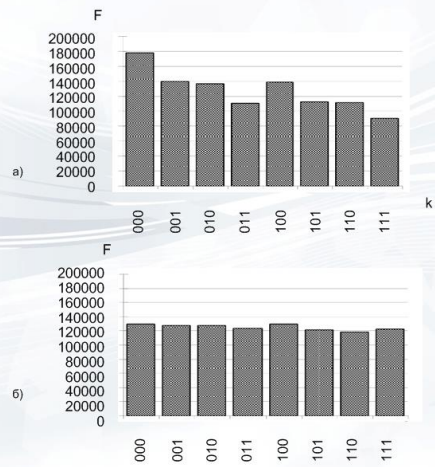


Рисунок 16 – Гістограма частот появи серії з тьох бінарних елементів для випадку LSB звичайного зображення а) та для контейнеру б)

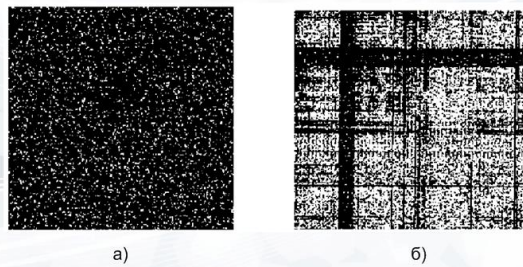
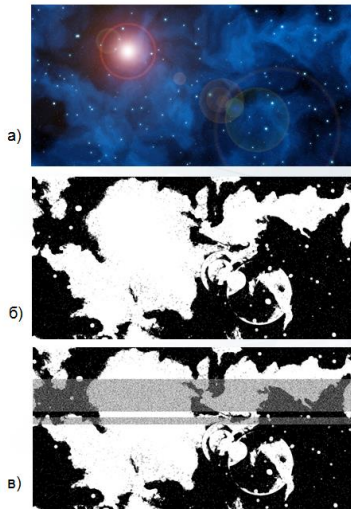


Рисунок 17 – Приклади розподілу елементів у межах віртуального робочого простору для випадку контейнеру а) та для звичайного зображення б)

Модифікація алгоритму візуального аналізу

23

**Методи візуального аналізу
Метод дослідження НЗБ**



Перехід до бінарного опису компонент $\hat{p}(ch)_{x,y}$:

$$\hat{p}(ch)_{x,y} = \sum_{\theta=8}^1 \alpha_{\theta}(ch)_{x,y} \times 2^{(\theta-1)}, \quad (2)$$

де $\hat{p}(ch)_{x,y}$ - компонента каналу ch з координатами (x, y) ;
 $\alpha_{\theta}(ch)_{x,y}$ - біт, який належить θ -му масиву у каналі ch .

Формування масиву двійкових елементів на рівні θ :

$$\Xi(\theta) = \bigcup_{x=1}^H \bigcup_{y=1}^W \alpha_{\theta}(ch)_{x,y} \quad (3)$$

Середня довжина $\bar{\ell}_{i,j}^{(r)}$ двійкової серії у напрямку рядків:

$$\bar{\ell}_{i,j}^{(r)} = \frac{\sum_{\varphi=1}^8 v_{\varphi}}{8}, \quad (4)$$

де v_{φ} - обсяг бінарних переходів, зафіксованих у межах рядку.

Середня довжина $\bar{\ell}_{i,j}^{(c)}$ двійкової серії у напрямку стовпців:

$$\bar{\ell}_{i,j}^{(c)} = \frac{\sum_{\psi=1}^8 v_{\psi}}{8}, \quad (5)$$

де v_{ψ} - кількість бінарних переходів для одного стовпця.

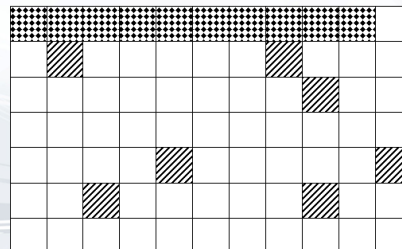
Необхідна, але недостатня ознака присутності контейнеру з фронтальним заповненням:

$$\bar{\ell}_{i,j}^{(c)} \approx \bar{\ell}_{i,j}^{(r)} \rightarrow 7, \quad (6)$$

Рисунок 18 – Вихідне зображення а) НЗБ вихідного зображення б) та НЗБ на випадок контейнеру з фронтальним заповненням в)

Модифікація алгоритму візуального аналізу

24



- сукупність блоків з ознаками інкапсуляції за фронтальним принципом;
- блоки, які мають необхідну ознаку ймовірного контейнеру

Рисунок 19 – Приклад результатів дослідження зображення на ознаки LSB-модифікацій за фронтальним принципом

Модифікація алгоритму візуального аналізу

Нормований внутрішній динамічний діапазон блоку у перерахунку на рядок та стовпець:

$$\begin{cases} d_{int}^{(x)}(q_{i,j}) = \prod_{y=1}^8 \frac{(p_{x,y}^{(max)} - p_{x,y}^{(min)})}{8}, \\ d_{int}^{(y)}(q_{i,j}) = \prod_{x=1}^8 \frac{(p_{x,y}^{(max)} - p_{x,y}^{(min)})}{8}, \end{cases} \quad (7)$$

де $d_{int}^{(x)}(q_{i,j})$ - нормований внутрішній динамічний діапазон сегменту у перерахунку на рядок;
 $d_{int}^{(y)}(q_{i,j})$ - нормований внутрішній динамічний діапазон сегменту у перерахунку на стовпець;
 $p_{x,y}^{(max)}$ та $p_{x,y}^{(min)}$ - найбільша та найменша величина пікселя у межах стовпця або рядку.

Ознака належності сегменту $q_{i,j}$ до множини C' умовно контурних:

$$d_{int}(q_{i,j}) \in [d_{int}^{(max)}(q_{i,j}); \mathcal{Q}d_{int}^{(max)}(q_{i,j})], \quad (8)$$

де \mathcal{Q} може приймати значення від 0,9 до 0,6

Добуток $\Omega(\hat{p}_{x,y})$ величин компонент $\hat{p}_{x,y}$ НЧ-зони для сегментів з множини C' у межах трансформанти

$\hat{q}_{i,j}$:

$$\Omega(\hat{q}_{i,j}) = \prod_{\delta=1}^{10} \hat{p}_{x,y}^{(\delta)}, \quad (9)$$

де $\hat{p}_{x,y}^{(\delta)}$ - компонента НЧ-області.

Умова належності блоку $q_{i,j}$ до множини C контурних:

$$q_{i,j} \in C \mid (q_{i,j} \in C') \ \& \ (q_{i,j} \in [\Omega(\hat{q}_{i,j})^{(max)}; \mu\Omega(\hat{q}_{i,j})^{(max)}]) \quad (10)$$

де μ - величина менша 1, яка встановлюється експериментально

Модифікація алгоритму візуального аналізу

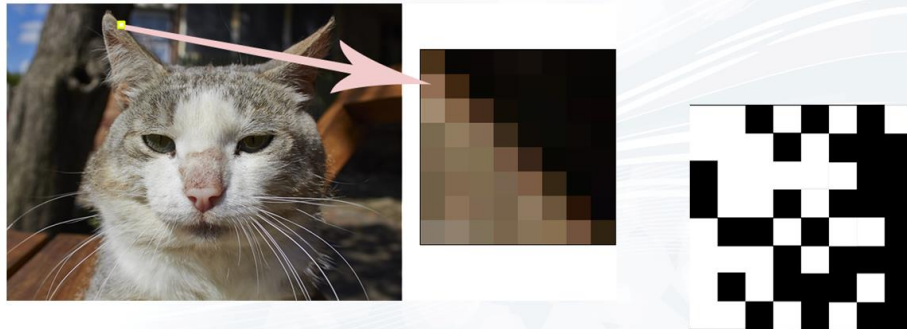


Рисунок 20 – Зовнішній вигляд графічного контейнеру та один з блоків у його складі, що містить контурні дані

Рисунок 21 – LSB блоку зображення, яке містить контурну інформацію (належить множині C)

Модифікація алгоритму візуального аналізу

27

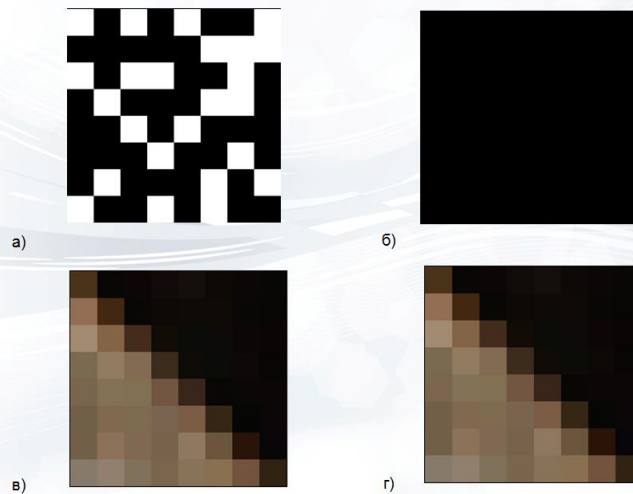


Рисунок 22 – Зміст LSB блоку за результатами виконання процедури рандомізації а) процедури обнулення обнулення б), початковий блок в) реконструйований блок, одержаний після превентивної модифікації LSB контейнеру г)

28

ВИСНОВКИ

Дослідження було проведено за 2 ключовими напрямками, а саме:

- дослідження загальних інструментів технічного аудиту сайту на різних рівнях архітектури;
- дослідження методів виявлення та протидії зловмисним впливам на веб-вузол на базі алгоритмів стеганографії.

У рамках першого напрямку досліджень виконано:

- розгляд переліку технічних показників, які є ключовими для веб-вузла, незалежно від особливостей його реалізації, та роль кожного з таких показників;
- загальний аналіз переліку інструментів, що використовуються для виконання технічного аудиту.

Разом з тим, зазначено, що ключова роль технічного аудиту веб-вузла – виявлення проблемних аспектів його функціонування для подальшої розробки системи рекомендацій з їх усунення.

У свою чергу, другий напрямок досліджень присвячено алгоритмам виявлення та протидії прихованим зловмисним впливам на веб-вузол з використанням прихованої передачі зловмисного контенту, як складової частини АРТ. У рамках цього напрямку виконано наступне:

- розкрито сутності поняття АРТ та ролі стеганографічних алгоритмів у його складі;
- розроблено загальну схему заходів зі стегоаналізу, орієнтовану на обробку вхідного трафіку у реальному часі;
- досліджено найбільш поширені сьогодні алгоритми стегоаналізу, виявлено їхні недоліки та переваги;
- запропоновано концепцію побудови алгоритму стегоаналізу, орієнтованого на виявлення прихованих даних у рамках LSB графічних контейнерів.

Окрім цього, показано, що для випадку інкапсуляції приховуваних даних у контурні зони LSB зображень, їх виявлення є практично неможливим. На цей випадок запропоновано підхід, спрямований на превентивну модифікацію змісту LSB ймовірного контейнеру, у наслідок чого вбудовані дані руйнуються без можливості реконструювання. При цьому, візуальна якість зображень не змінюється.

ДОДАТОК Б
ПУБЛІКАЦІЯ ЗА ТЕМАТИКОЮ РОБОТИ



**MODERN SCIENCE: INNOVATIONS
AND PROSPECTS**

Proceedings of II International Scientific and Practical Conference
Stockholm, Sweden
7-9 November 2021

**Stockholm, Sweden
2021**

UDC 001.1

The 2nd International scientific and practical conference “Modern science: innovations and prospects” (November 7-9, 2021) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2021. 804 p.

ISBN 978-91-87224-02-7

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Modern science: innovations and prospects. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. SSPG Publish. Stockholm, Sweden. 2021. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/i-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-modern-science-innovations-and-prospects-7-9-noyabrya-2021-goda-stokholm-shvetsiya-arhiv/>.

Editor

Komarytsky M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine, Russia and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: sweden@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua>

©2021 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2021 SSPG Publish ®

©2021 Authors of the articles

- | | | |
|-----|--|-----|
| 51. | <i>Полянський О. С., Д'яконов В. І., Д'яконов О. В., Насальський В. А., Пиріжок В. С.</i> | 286 |
| | ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ МЕБЛЕВИХ ВИРОБНИЦТВ В ГЕНЕРАТОРНИЙ ГАЗ ГАЗОГЕНЕРАТОРНИХ ДВИГУНІВ З ВИКОРИСТАННЯ НВЧ-ТЕХНОЛОГІЙ. | |
| 52. | <i>Скряпник В. С., Журавлев Д. Ю., Андрейчиков Е. Ю., Болонный В. Т.</i> | 292 |
| | ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА В ПАРАХ ТРЕНИЯ ТОРМОЗОВ. | |
| 53. | <i>Сорокіна А. П., Бабич М. І.</i> | 302 |
| | ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ СПОРТИВНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТСМЕНІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ЗБІРНОЇ. | |
| 54. | <i>Стефанович І. С., Стефанович П. І., Прокопенко І. О.</i> | 306 |
| | ЯДЕРНИЙ ВИБУХ ТА ЙОГО ВРАЖАЮЧІ ФАКТОРИ. | |
| 55. | <i>Твердохліб В. В., Харченко Н. А., Калініченко В. М., Галушка С. В., Дяченко Д. А.</i> | 313 |
| | ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ КОДУВАННЯ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ. | |
| 56. | <i>Твердохліб В. В., Юрченко В. Р., Ольховський В. І., Дяченко Д. А.</i> | 317 |
| | АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ БАЛАНСУВАННЯ БІТОВОЇ ШВИДКОСТІ ВІДЕО ТРАФІКУ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ. | |
| 57. | <i>Фіалко Н. М., Дінжос Р. В., Прокопов В. Г., Мєранова Н. О.</i> | 323 |
| | ЗАЛЕЖНІСТЬ ГУСТИНИ НАНОКОМПОЗИТІВ ВІД ВЕЛИЧИНИ ПЕРЕГРІВУ РОЗПЛАВУ ПОЛІМЕРУ. | |
| 58. | <i>Харченко Н. А., Бойчук М. І., Дяченко Д. А.</i> | 328 |
| | ПІДХІД ДО ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ. | |
| 59. | <i>Чупайленко О. А., Ломова К. В., Журавель Н. В.</i> | 331 |
| | ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ АВТОМОБІЛЬНИХ МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ. | |
| 60. | <i>Штрибець В. В., Трофименко А. О., Бойко С. О., Ткаченко В. В.</i> | 335 |
| | АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФЕКТІВ ПІДШИПНИКІВ СУДНОВИХ ВАЛОПРОВОДІВ. | |
| | PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES | |
| 61. | <i>Піна К. Е., Лыстапова В. В.</i> | 340 |
| | UNSOLVABLE MATHEMATICAL PROBLEMS AND THEIR IMPACT ON STUDENTS. | |
| | ARCHITECTURE | |
| 62. | <i>Тіхонова О. А.</i> | 343 |
| | АСПЕКТИ GREEN BIM-МОДЕЛЮВАННЯ В АРХІТЕКТУРІ. | |
| 63. | <i>Фостаценко О. М., Архіпова К. К., Фостаценко Д. О., Трушина В. С., Захарова С. О.</i> | 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 $\mathfrak{Q}_{k,\ell}$ 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 $\mathfrak{Q}_{k,\ell}$, що не є семантично важливим, у результаті кодування буде представлено деякою кількістю $R_{k,\ell}$, яка для даного випадку буде не виправдано 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 пропонується 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 $\mathfrak{Q}_{k,\ell}$.

Для цього після етапу кватнізації фрагмент $\mathfrak{Q}_{k,\ell}$ 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 $\mathfrak{Q}_{k,\ell}$ та обчислювальних ресурсів за рахунок доко, що формування кодового опису $E(\mathfrak{Q}_{k,\ell})$ фрагменту не потребує попереднього виконання лінеаризації компонент та процедури RLE;

- можливість резервування обчислювальної потужності, так як кількість операцій у ході побудови кодової конструкції $E(\mathfrak{Q}_{k,\ell})$ 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:

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

де $\{\mathcal{H}(\text{hi})_{k,\ell}\}$, $\{\mathcal{H}(\text{med})_{k,\ell}\}$ та $\{\mathcal{H}(\text{low})_{k,\ell}\}$ - 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 $\Omega(\mathcal{H}_{k,\ell})$ та спектральної складності $\Xi(\mathcal{H}_{k,\ell})$. 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:

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

де ν 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 $\Omega(\mathcal{H}_{k,\ell})$ та $\Xi(\mathcal{H}_{k,\ell})$ виявляється факт присутності контуру у межах фрагменту $\mathcal{H}_{k,\ell}$. 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

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

$$S_\ell = \{\mathcal{H}(\text{c})_{k,\ell}\} \& \{\mathcal{H}(\text{u})_{k,\ell}\} \quad (3)$$

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

$$\begin{cases} \mathcal{H}_{k,\ell} \in \{\mathcal{H}(\text{c})_{k,\ell}\} | \eta := \eta - \nu; \\ \mathcal{H}_{k,\ell} \in \{\mathcal{H}(\text{u})_{k,\ell}\} | \eta := \eta + \nu. \end{cases} \quad (4)$$

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 величин зміни кроку квантування для фрагментів різної семантичної складності. Окрім цього, додаткових досліджень потребує принцип встановлення величин порогів для класифікації фрагментів за семантичною складністю.

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

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ БАЛАНСУВАННЯ БІТОВОЇ ШВИДКОСТІ
ВІДЕО ТРАФІКУ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Твердохліб Віталій Вікторович
к.т.н.

Юрченко Владислав Русланович
студент

Ольховський Володимир Іванович
студент

Дяченко Денис Андрійович
студент

Харківський національний університет радіоелектроніки
м. Харків, Україна

Вступ. Забезпечення якості надання відеоінформаційних мережевих послуг сьогодні є одним з найбільш актуальних завдань. Це зумовлюється як постійним ростом затребуваності даного класу послуг у суспільстві, так і складністю підтримки параметрів відеотрафіку на належному рівні. Це зумовлюється як жорсткими вимогами QoS щодо показників якості відновленого відео (найбільшою мірою – інтерактивного типу), так і нестабільністю пропускної здатності мережевих каналів. Тому на рівні джерела відеоданих необхідно побудувати процес кодування таким чином, щоб забезпечити динамічну зміну біткової швидкості стисненого потоку відповідно до змін поточного рівня пропускної здатності.

Мета роботи. Аналіз існуючих алгоритмів та технологій балансування біткової швидкості відео щодо пропускної здатності мережі.

Матеріали і методи. Аналізуються ключові методи та алгоритми, задіяні у процесі управління бітковою швидкістю потоку кодованих кадрів. Їхні виявлені недоліки обґрунтовуються базі системного підходу, базуючись на використанні теоретичного інструментарію аналізу складних систем. Висновки щодо проаналізованих методів та алгоритмів робляться з огляду на положення теорії інформації та кодування.

У загальному випадку зараз можна виділити 2 напрямки балансування біткової швидкості відео у мережі:

1. На рівні мережевих вузлів. Даний підхід ґрунтується на використанні «розумних черг» за пріоритетністю пакетів, резервуванні фізичних каналів та використанні протоколів маршрутизації. Завданням даного підходу є зменшення пульсуючого характеру відеотрафіку на ділянці мережі шляхом його перерозподілу, що забезпечується за умови, коли навантаження на мережеві вузли не перевищує у середньому 40%. Недоліки даного підходу такі:

- сумарне навантаження мережі при цьому не змінюється;
- підхід є неефективним при зростанні навантаження на мережеві вузли;
- в умовах надходження на мережевий вузол великої кількості пакетів, що належать різномірним сервісам критичного та інтерактивного типів за класифікацією QoS зростає ймовірність втрат деякої частини пакетів відеоданих.

2. На рівні джерела відеоінформації. Передбачається, що тут бітова швидкість $V(t)$ пов'язана деякою функціональною залежністю $V(t) = f(B(t))$ з пропускною здатністю $B(t)$ мережі. При цьому, функціонал f описує механізм управління рівнем $V(t)$ біткової швидкості з урахуванням $B(t)$.

На цьому принципі, зокрема, базується алгоритм SRC (scalable rate control), що входить до складу MPEG4 Part10. Алгоритм реалізовано на рівні кадру (грубий алгоритм), а також на рівні макроблоку (точний алгоритм). У першому випадку бітова швидкість $V(t)$ джерела визначається як:

$$V(t) = \frac{\delta_1 \Lambda}{\ell} + \frac{\delta_2 \Lambda}{\ell^2}, \quad (1)$$

де δ_1 і δ_2 - відповідно, параметри моделі;

ℓ - величина кроку квантування;

Λ - параметр складності кадру, (величина середньої абсолютної різниці залишкового кадру після компенсації руху).

Даний реліз алгоритму SRC застосовується на етапі обробки, наступному після етапу компенсації руху і передуючому обробці i -го кадру. На відміну від

грубого механізму управління інтенсивністю, точний механізм (розширення алгоритму SRC) орієнтований на роботу з макроблоками. Отже, у процесі обробки відеопотоку проводиться зміна величини ℓ на рівні макроблоків, чим забезпечується більш точний контроль інтенсивності відеоданих

При цьому, у ході роботи алгоритму виконується визначення необхідного обсягу біт R_{mb} для кодування макроблоку, як показано наступним виразом:

$$V(t)_{mb} = HW(K \frac{\chi_i^2}{q_i} + C), \quad (2)$$

де HW - кількість пікселів у межах поточного макроблоку;

χ_i - величина відмінності значень хроматичності і яскравості залишкового макроблоку, що виражається через середньоквадратичне відхилення даних параметрів;

ℓ_i - величина кроку квантування;

K і C - постійні параметри моделі.

У ході балансування бітової швидкості величина ℓ_i знаходиться за величинами K , C , R_{mb} і χ_i та беручи до уваги вагу q_i поточного макроблоку. При цьому, параметр q_i позначає рівень важливості, поточного макроблоку для суб'єктивного сприйняття відеокадру. Низькі значення q_i призначаються макроблокам, що не вносять суттєвого вкладу при візуалізації. Для них, у свою чергу, встановлюється величина кроку ℓ_i , що сприяє їх квантування більш значно, ніж інших макроблоків.

Також значення величини q_i обирається з урахуванням мінімізації змін кроку квантування на випадок низьких бітових швидкостей. Це зумовлено тим, що у разі кожної зміни ℓ_i здійснюється зростання обсягу службових даних у межах макроблоку на 5 біт. Тобто, на випадок незначних величин бітової швидкості ріст обсягу службової інформації може бути критичним, відтак - необхідно скоротити кількість змін ℓ_i .

Разом з тим, дане обмеження відносно кількості змін значення кроку

квантування не поширюється на випадки обробки відеоданих з високою інтенсивністю. Тобто, при значній бітовій швидкості допускається часта зміна параметра ℓ_i . Таким чином, за умови малого обсягу вихідного буфера кодера даний підхід до управління інтенсивністю дозволяє забезпечити:

- візуальну якість відновленої відеоінформації на прийнятному рівні;
- мінімізацію часу затримки на виконання кодування.

Водночас, аналіз принципів функціонування SRC свідчить про те, що даний алгоритм має ряд суттєвих недоліків, а саме:

- на випадок використання механізму балансування без адаптації параметрів, керування бітовою швидкістю виконується виключно на рівні групи кадрів, при цьому аналогічні параметри стиснення розповсюджуються на всі кадри у групі.

Відтак, деяка кількість кадрів групи може бути кодовано з невиправдано високою якістю, тоді як для інших кадрів може бути внесено суттєву помилку, що спричинює істотні втрати якості;

- прийятна якість відео, а також мінімальна величина затримки забезпечуються в разі їх обробки для режиму низьких інтенсивностей;
- обмеження щодо роздільної здатності, часових інтервалів і діапазонів інтенсивностей застосування алгоритму SRC, що не дозволяє розглядати його як універсальний засіб для управління інтенсивністю відеоданих.

Ще одним підходом до балансування бітової швидкості відео є технологія ABR (adaptive bit-rate), що зараз використовується багатьма сервісами VoD. У рамках ABR на рівні файлоховища відео для одного джерела (вмідного файлу) створюється множина відеопотоків різних роздільних здатностей, що мають різні рівні бітової швидкості.

На базі даних потоків утворюється сукупність I прошарків якості, які, у свою чергу, підлягають поділу на часові відрізки $t_{a,b}$. Для цих відрізків справедливою є умова:

$$t(I)_b = t(a)_b = t(A)_b \quad (3)$$

Під час передавання b -го відеопотоку, якщо складаються умови, коли

$V(t) > B(t)$, виконується вибір $t(a-1)_b$ -го (наступного шижчого) прошарку якості за умови, що у поточний час транслюється $t(a)_b$ -й, більш високий за якістю та бітовою швидкістю. У наслідок цього здійснюється ітераційний перехід до такого прошарку якості, коли забезпечується виконання умови $V(t) \leq B(t)$.

До недоліків технології ABR можна віднести:

- відсутність алгоритмів контролю та гарантування якості відео;
- надмірне завантаження файлохранилищ, що спричинюється необхідністю зберігання ряду відеофайлів різної роздільної здатності для кожного вихідного джерела;
- низька ефективність на випадок застосування для відеосервісів реального часу.

Результати та обговорення. За результатами розглянутого матеріалу можна констатувати доцільність реалізації механізмів балансування бітової швидкості відео потоку саме на рівні джерела. Це пояснюється як відсутністю недоліків, властивих технологіям ABR та механізмам балансування на рівні мережеских вузлів, так і можливістю застосування широкого інструментарію для оперативної зміни бітової швидкості у реальному часі. Це можуть бути усі механізми, що входять до базових технологій кодування у рамках MPEG у різних комбінаціях

Висновки. Виконано аналіз ряду поширених підходів до балансування бітової швидкості відеопотоку відносно динаміки пропускної спроможності мереж. Показано, що підходам до балансування бітової швидкості на рівні мережеских вузлів, та за рахунок створення сітки джерел відео різної бітової швидкості властивий ряд недоліків та обмежень, що не дозволяють їх розглядати у якості уніфікованих засобів.

Проте, найбільш ефективним є підхід, у рамках якого баланс бітової швидкості відео відносно пропускної спроможності досягається шляхом оперативної зміни параметрів кодування.

Для збільшення продуктивності цих методів може бути використано

динамічну зміну рівня структурних одиниць потоку, відносно яких виконується кодування, та одночасного застосування ряду технологічних процесів (наприклад, вибір формату колірної субдискретизації, квантування, сторонні механізми) для досягнення балансу бітової швидкості відносно пропускної спроможності.

