

УДК 681.3

В.В. Ларін, Д.С. Гаврилов, Т.І. Гаврилець

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

## АДАПТИВНИЙ СЕЛЕКТИВНИЙ АЛГОРИТМ ОБРОБКИ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ПОШУКУ ТА ВИДІЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ІНТЕРЕСУ

В роботі представлена схема адаптивного селективного алгоритму обробки цифрових зображень на основі пошуку об'єктів інтересу. Необхідність створення схеми обумовлена сучасними вимогами та необхідністю передавати інформацію з встановленим рівнем захисту від несанкціонованого доступу в реальному масштабі часу. Використання адаптивного селективного алгоритму дозволить зберегти цінність (ексклюзивність) інформації не збільшуючи (змінюючи) початковий об'єм, що дозволить залишити без змін (вихідний об'єм) та забезпечити необхідну оперативність передачі даних.

**Ключові слова:** відеоінформація, зображення, компресія, захист інформації, адаптивний селективний алгоритм, безпілотний літальний апарат.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Цінність інформації полягає в її ексклюзивності. Під ексклюзивністю будемо розуміти кількісну оцінку від 0 до 1 (ймовірність), яка залежить від того, яку відносну користь власник відеоінформації може отримати володіючи нею, наскільки вдасться випередити конкурентів (противників), та на який час можливе збереження даної переваги [1]. З даного визначення випливає, що інформація є цінною доти, поки нею володіє обмежене коло осіб, які в свою чергу мають ресурси для обробки та впровадження в життя ідей, можливостей, робіт та розрахунків, які відкриваються перед ними.

Тож, з сказаного вище випливає, що для забезпечення цінності інформації необхідним є її захист. Ступінь захисту залежить від бажань та ресурсів власника інформації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Викладені в попередньому розділі міркування знаходять підтвердження у експертів антитерористичної операції (АТО) та інших локальних конфліктів. Аналіз останніх досліджень в галузі сучасних технологій здобування та передачі розвідувальних даних показує [2 – 8], що широкого застосування набуло використання безпілотного літального апарату (БПЛА), як засобу збирання та передачі розвідувальної інформації.

**Формулювання мети статті.** Звертаємо увагу на те, що обчислювальна потужність, об'єм пам'яті БПЛА, завадостійкість та оперативність передачі даних по радіоканалам є досить обмеженою у порівнянні з стаціонарними ЕОМ та дротовими (оптоволоконними) лініями зв'язку. Дані обмеження є суттєвими та впливають на вимоги до шуканого адаптивного алгоритму. Даніми вимогами слід вважати

оперативність передачі даних (загальний час має перевищувати 150 мс [1]), скритність [5] та коефіцієнт захищеності [6]. З даних суджень випливає, що шуканий алгоритм має включати в себе алгоритм (частини алгоритму) шифрування та алгоритм компресії.

### Виклад основного матеріалу

Один з найжорсткіших обмежень є обмеження по загальному часу [1]:

$$t_{\text{заг}} = t_{\text{обр}} + t_{\text{пер}} \quad (1)$$

Дане обмеження по загальному часу складається з часу на обробку інформації  $t_{\text{обр}}$  та часу на передачу оброблених певним чином даних  $t_{\text{пер}}$  з борту БПЛА на командний пункт (КП), або дистанційний пункт управління (ДПУ).

Час на обробку відеоінформації складається з наступних елементів:

$$t_{\text{обр}} = t_{\text{зах.кадру}} + t_{\text{компр.}} + t_{\text{в.ц.і.}} \oplus t_{\text{шифр.}} + t_{\text{дешифр.}} + t_{\text{декомпр.}} + t_{\text{відобр.}} \quad (2)$$

де  $t_{\text{зах.кадру}}$  – час на захоплення зображення (кадру) з відеопотоку;

$t_{\text{компр.}}$  – час на компресію зображення;

$t_{\text{в.ц.і.}}$  – час на виявлення інформації яка нас цікавить;

$t_{\text{шифр.}}$  – час на шифрування даних;

$t_{\text{дешифр.}}$  – час на дешифрування даних;

$t_{\text{декомпр.}}$  – час на декомпресію даних;

$t_{\text{відобр.}}$  – час на відображення інформації на КП (ДПУ).

В свою чергу основними показниками якості методів компактної представлення зображень є часові витрати, необхідні для роботи алгоритмів компресії (3) й декомпресії (4), оцінювані відповідно по формулам:

$$t_{\text{компр}} = \frac{W_{\text{вих}}}{V_{\text{компр}}}, \quad (3)$$

де  $t_{\text{компр}}$  – час виконання стиснення даних вихідного зображення;

$W_{\text{вих}}$  – об'єм вихідного зображення;

$V_{\text{компр}}$  – швидкість стиснення.

$$t_{\text{декомпр}} = \frac{W_{\text{компр}}}{V_{\text{відн}}}, \quad (4)$$

де  $t_{\text{декомпр}}$  – час декомпресії (відновлення) кожного біта вихідного зображення;

$W_{\text{компр}}$  – об'єм стиснутого зображення;

$V_{\text{відн}}$  – швидкість відновлення зображення.

Під скритністю будемо розуміти пікове відношення сигнал/шум для авторизованого користувача.

$$h_{\text{ав}} = 20 \lg \left( \frac{255}{\sqrt{\sum_{i=1}^{Z_{\text{стр}}} \sum_{j=1}^{Z_{\text{стб}}} (a_{ij} - a'_{ij})^2 / Z_{\text{стр}} \cdot Z_{\text{стб}}}} \right). \quad (5)$$

З наведених формул видно, що величина загального часу залежить насамперед від об'єму даних які обробляються та передаються. Тож, файл зображення на виході адаптивного селективного алгоритму має бути меншим за об'ємом файлу вхідного зображення.

Процес шифрування симетричними алгоритмами значно збільшує об'єм вихідних даних. Для зменшення цього ефекту в адаптивному селективному алгоритмі пропонується шифрувати не все зображення, а лише найбільш значущі його блоки (піксели).

В нашому випадку вважаємо найбільш значущими елементами контур об'єктів зображення. Проте, як показали дослідження в програмному середовищі Matlab, шифрування лише пікселів - контурів призводить до виникнення нових (внутрішніх) контурів, за наявності яких крипто аналітик має змогу виявити наявність об'єкту інтересу. Тож, в роботі пропонується шифрувати не лише піксели – контури, а й певну область навколо них (блоки інтересу).

Якість шифрування оцінимо за допомогою коефіцієнта ефективності захисту даних<sup>^</sup>

$$K_{\text{ef.zah.}} = \frac{K_{\text{zah}}}{K_{\text{zag}}} * 100\% \quad (6)$$

де  $K_{\text{zah}}$  – кількість захищених пікселів об'єкту;

$K_{\text{zag}}$  – загальна кількість пікселів об'єкту;

Інші елементи зображення пропонуємо обробляти за алгоритмом компресії (рис. 1).

Внаслідок даних маніпуляцій отримаємо можливість наділити вихідний файл необхідним та достатнім рівнем захисту при зменшенні об'єму (рис. 2).

Бездротова передача даних є найбільш уразливим середовищем для всіх видів завад. Для забезпечення завадостійкості алгоритму перед відправленням даних по каналам радіозв'язку пропонуємо провести заходи по кодуванню. Завадостійке кодування дозволить виявляти чи навіть виправляти виявлені помилки на КП (ДПУ), залежно від наявних ресурсів по об'єму, а отже й часу на обробку та передачу даних.

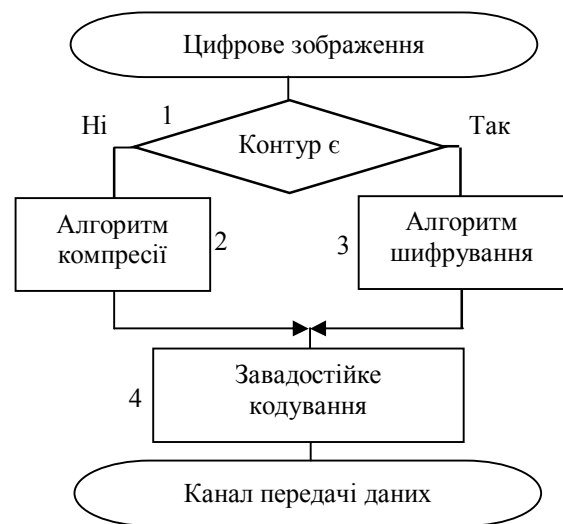


Рис. 1. Схема адаптивного селективного алгоритму обробки цифрового зображення на основі пошуку та виділення об'єктів які нас цікавлять

## Висновки

В статті обґрунтовано необхідність створення адаптивного селективного алгоритму обробки цифрового зображення на основі пошуку та виділення об'єктів які нас цікавлять у зв'язку з обмеженнями за обчислювальною потужністю, об'єму ОЗУ та завадостійкості наявних та перспективних засобів озброєння.

Обґрунтовані складові частини запропонованого алгоритму.

Введені обмеження по роботі запропонованого алгоритму.

Запропонована схема адаптивного селективного алгоритму обробки цифрових зображень на основі пошуку та виділення об'єктів інтересу дозволить приховано та конфіденційно передавати розвідувальну інформацію з затримкою не більше допустимої.



а



б

Рис. 2. Візуалізація роботи адаптивного селективного алгоритму:  
а – вхідне зображення; б – вихідне зображення при несанкціонованому доступі.

### Список літератури

1. Ватолин Д. Метод сжатия данных. Устройств архиваторов, сжатия изображения и видео / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 463 с.
2. Метод захисту низькочастотних складових в алгоритмі кодування JPEG / В.В. Ларин, Д.С. Коломов, К.В. Ялівець, Д.С. Гаврилов // Системи обробки інформації. – 2015. – Вип. 9(134). – С. 121 – 123.
3. Спосіб представлення статичних зображень у цифрових аерофотоапаратах / Д.С. Гаврилов, В.М. Кривонос, Р.І. Гомонов, О.І. Кисилейчук, М.О. Пилипець // Новітні технології-для захисту повітряного простору. 11 наукова конференція ХУПС 8-9 квітня 2015 р. – Х.: ХУПС, 2015. – С. 292.
4. Фахрутдинов Р.Ш. Метод защиты видеоданных с различной степенью конфиденциальности / Р.Ш. Фахрутдинов. – СПб., 2012. – 115 с.
5. Ларин В.В. Показатель характеризующий процесс защиты изображений в процессе устранения избыточности / В.В. Ларин, Р.В. Тарнополов, Д.С. Гаврилов // Новітні технології-для захисту повітряного простору. 10

наукова конференція ХУПС 9 - 10 квітня 2014 р. – Х.: ХУПС., 2014. – С. 161.

6. Track to the future: Spatio-temporal video segmentation with long-range motion cues [Text] / J. Lezama, K. Alahari, J. Sivic, I. Laptev // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2011. – P. 256 – 289.

7. A method for traffic sign detection in an image with learning from synthetic data [Text] / A. Chigorin, G. Krivovyaz, A. Velizhev, A. Konushin // 14th International Conference Digital Signal Processing and its Applications. – 2012. – Vol. 2. – P. 316 - 335.

8. Larin V. The analysis of template method of video processing / V. Larin, P. Krasnikov, D. Gavrilov // Proceedings of 2015 1st International Conference on Advanced Information and Communication Technologies-2015 (AICT'2015), Lviv, Ukraine, October 29 – November 1, 2015. – P. 87 – 89.

Надійшла до редколегії 29.04.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.В. Бараннік, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### АДАПТИВНЫЙ СЕЛЕКТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПОИСКА И ВЫДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ИНТЕРЕСА

В.В. Ларин, Д.С. Гаврилов, Т.И. Гаврилец

В работе представлена схема адаптивного селективного алгоритма обработки цифровых изображений на основе поиска объектов интереса. Необходимость создания схемы обусловлена современными требованиями и необходимостью передавать информацию с установленным уровнем защиты от несанкционированного доступа в реальном масштабе времени. Использование адаптивного селективного алгоритма позволит сохранить ценность (эксклюзивность) информации не увеличивая (изменяя) начальный объем, что позволит оставить без изменений (исходный объем) и обеспечить необходимую оперативность передачи данных.

**Ключевые слова:** видеoinформация, изображения, компрессия, защита информации, адаптивный селективный алгоритм, беспилотный летательный аппарат.

### SELECTIVE ADAPTIVE ALGORITHMS FOR PROCESSING DIGITAL IMAGE BASED SEARCH AND SELECTION OF OBJECTS THAT INTEREST US

V.V. Larin, D.S. Gavrilov, T.I. Havrylets

In the work presents a general diagram of an adaptive algorithm for selective processing of digital images based on the search and selection of objects of interest. The need for a common scheme is due to the desire of organizations, enterprises and individuals to store information to the set level of protection against unauthorized access. Using the selective adaptive algorithm will keep the value of (exclusive) information is not exceeded (reducing) the initial volume, which will remain unchanged (increase) data transfer rate.

**Keywords:** video information, image, compression, save, selective adaptive algorithm, drones.