

О. М. ЛИТВИН, С. І. КУЛИК, А. І. ДРОБОТЯ

СТВОРЕННЯ ГРАФІЧНОГО СТЕГОФАЙЛУ НА ЗОБРАЖЕННІ-КОНТЕЙНЕРІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВЕЙВЛЕТІВ

Анотація – це коротка характеристика наукової статті з точки зору її призначення, змісту, виду, форми та інших особливостей. В тексті анотації автор описує результати, досягнуті в процесі дослідження, їх значущість для наукової галузі у порівнянні з аналогічними роботами, схожими за цільовим призначенням або тематикою. Анотація виконує наступні функції: дає можливість встановити основний зміст наукової статті, визначити її актуальність і вирішити, чи слід звертатися до повного тексту статті; використовується в інформаційних, зокрема автоматизованих системах для пошуку інформації. Ціль, предмет, тема наукової роботи відображаються в анотації лише у випадку неоднозначного формулювання заголовка статті. Методологія дослідження описується лише якщо наукові результати є новими або проявлено інтерес до повного тексту статті з боку наукової спільноти. Підсумки проведеної роботи описуються максимально чітко та інформативно. У анотації автор подає основні теоретичні відомості, результати експериментів, встановленні закономірності/ взаємозв'язки у вирішенні проблеми, фактичні дані, що були використані при написанні статті. Основний акцент – на важливі відкритті, нові рішення, висновки, які спростовують загальноприйняті постулати. Рекомендовано підтверджувати отримані результати власними оцінками, пропозиціями тощо. Анотація має бути написана у науковому стилі, без вживання складних конструкцій. Головна вимога – лаконічність, чіткість, відсутність вступних слів та загальних фраз, що не відносяться до суті статті. В анотації забороняється використовувати дослівний, не перероблений текст із статті, назву роботи, а також спеціальні символи, формули, таблиці, графіки та внутрішні посилання.

Ключові слова: наукова стаття, анотація, постановка задачі, методи дослідження, ціль, зміст, тематика.

Обсяг анотацій до наукової статті українською та англійською мовами має становити не менш ніж 1800 знаків, включаючи ключові слова. У запропонованому вище фрагменті 1800 знаків (разом з ключовими словами). Кількість ключових слів (або словосполучень) може бути від 10 до 12.

Відомості про авторів (прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання, посада і місце роботи, телефон, ORCID та електронна адреса) мають бути подані повністю українською та англійською мовами; прізвище, ім'я та по батькові в англійській мові необхідно звіряти з закордонним паспортом, також необхідно перевіряти їх написання латинськими літерами при транслітерації на сайті: dmsu.gov.ua/services/transliteration.html/.

Шановні автори, звертаємо Вашу увагу, що остання сторінка Вашої статті має бути заповнена не менш як на дві третини.

О. М. LYTUVYN, S. I. KULYK, A. I. DROBOTYA

CREATING A GRAPHIC STEGO FILE ON IMAGE-CONTAINER BY WAVELETS

The article suggests a method of creating graphical steganomessage based on static images, and wavelets. In a specific example (transmission of the confidential picture message), we reviewed the work of the algorithm, cited the results of the program and quoted the analysis results of the experiments. Also we consider some recommendations for further research....

Key words: steganography, steganology, steganomessage, container, wavelet transform....

Вступ. Використання зображень, звукових чи відео-файлів в ролі контейнерів для передачі стегоповідомлення відкриває досить широкі можливості з огляду на значний об'єм наявної інформації ...

Аналіз останніх досліджень. Незначна змінюваність первинних образів після «вживлення» стегоповідомлення, що не провокує підозр щодо наявності в них сторонньої інформації розглядалася в роботах [1 – 3] ...

Враховуючи викладене вище, актуальною є задача ...

Постановка задачі. Зображення мають значні переваги перед іншими носіями в ролі контейнерів, див. [5]. Задача шифрування полягає у непомітному вкрапленні конфіденційної інформації шляхом...

© О. М. Литвин, С. І. Кулик, А. І. Дроботя, 2025

Задача дешифрування полягає у ... В цьому разі з'являється можливість додаткового ускладнення атаки на стегофайл, якщо ...



Рис. 1 – Еталонне зображення «Лена».

Математична модель. Отже, будемо розглядати підготовче перетворення еталонного зображення для створення файлу-контейнера використовуючи *вейвлет-перетворення Добеші четвертого порядку*. Викладемо етапи роботи алгоритму за кроками ...

...Зручно вибрати розмір так, щоб кожне з чисел M та N було степенем двійки ($M = 2^p$, $N = 2^q$). Тоді зображення ...

...На рис. 1 бачимо еталонне зображення «Лена» (512×512 пікселів). Йому відповідає матриця L ...

Відмітимо загальновідомий факт, що у 1987 *Інгрид Добеші* сконструювала ортонормований базис вейвлетів, який залишається ключовим і сьогодні для багатьох вейвлет-додатків [7].

Для створення стегофайлу з прихованим повідомленням потрібно виконати наступну послідовність дій.

1. Попередня обробка зображення полягає у застосуванні двовимірного вейвлет-перетворення Добеші четвертого порядку W до функції $f(x, y)$, яка відповідає матриці L . Отримаємо

$$f'(x, y) = W[f(x, y)], \text{ або } f(x, y) \xrightarrow{W} f'(x, y).$$

В пакеті MathCAD вейвлет-перетворення Добеші четвертого порядку представлено функціями ...

У табл. 1 наведено результати ...

Таблиця 1 – Результат роботи процедури ...

Номер експерименту	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Відхилення, %
1.	12345...	12345...	12345...	1,02...
2.	12345...	12345...	12345...	0,50...
...	...	...	...	...

3. На третьому етапові виконуємо ...

Функція d може бути, наприклад, функцією, що залежить від часу. В результаті отримаємо:

$$g(x, y) = f'(x, y) + S(x, y), \quad (1)$$

де $S(x, y) = d[z'(x, y)]$, $z'(x, y) = P[z(x, y)]$, або $z(x, y) \xrightarrow{P} z'(x, y)$.

Для спрощення теоретичних викладок, але не порушуючи загальності ...

...при розв'язанні схожих проблем методами теорії пружності розгадується *контактна задача* для рівняння

$$\lambda \cdot \partial^2 \bar{u} / \partial t = K_0 \cdot \operatorname{div} \operatorname{grad} \bar{u} - G \cdot \operatorname{rot} \operatorname{rot} \bar{A},$$

та поле пружних зміщень $\bar{u}(M, t)$ описується у вигляді суми двох доданків – потенційного та вихрового:

$$\bar{u} = \operatorname{grad} \varphi + \operatorname{rot} \bar{A}, \quad (2)$$

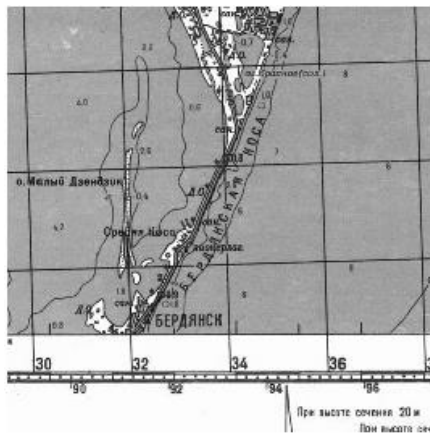
де $\varphi(M, t)$ – скалярний потенціал, $\bar{A}(M, t)$ – векторний потенціал поля; λ, G – щільність матеріалу та модуль його пружності; K_0 – модуль всебічного стиснення,

$$K_0 = (2 + 2\mu / (1 - 2\mu))G;$$

μ – коефіцієнт Пуассона. ...

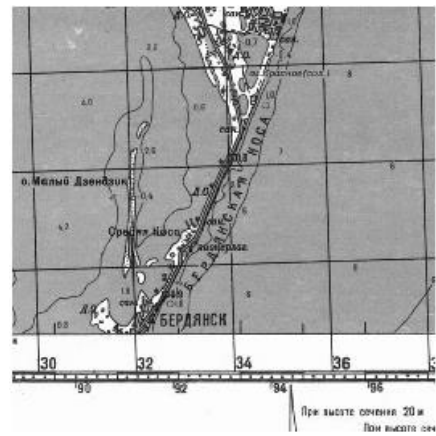
Результат роботи програми. На рис. 7 для візуального порівняння наведено результат, отриманий в ході роботи програми дешифрування і оригінал секретного графічного повідомлення, що вводився на початку програми зі створення графічного стегофайлу ...

Перспективи подальших досліджень. Автори вважають перспективними напрямки досліджень, пов'язані зі створенням *стегоконтейнерів*, що містять приховану графічну інформацію на основі рухомих зображень ...



255 – Riznytsya-2

а



X

б

Рис. 7 – Візуальне порівняння результату роботи програми з вилучення прихованого графічного повідомлення:
а – із отриманого стегофайлу; б – із оригінала секретного графічного повідомлення.

Висновки. Таким чином, у даній роботі успішно реалізовано алгоритм створення стегофайлу на стандартному зображенні-контейнері ...

Слід також зауважити, що ...

Список літератури

1. Задірака В. К., Мельникова С. С., Бородавка Н. В. Спектральні алгоритми комп'ютерної стеганографії // Штучний інтелект. – 2002. – № 3. – С. 532 – 541.
2. Бородавка Н. В., Задірака В. К. Стеганоалгоритми на базі теореми про згортку // Кібернетика та системний аналіз. – 2004. – №1. – С. 139 – 144.
3. Задірака В. К., Мельникова С. С., Кошкіна Н. В. Ефективні алгоритми побудови стегоконтейнерів з використанням швидкого перетворення Фур'є. Праці Міжнародної конференції «Питання оптимізації обчислень (ПОО XXXII)», присвяченої пам'яті академіка В. С. Михалевича. – Київ : Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2005. – С. 78 – 79.
4. Шмаєв В. Б. Сучасна стеганографія. Принципи, основні носії та методи протидії. – Режим доступу : <http://www.re.mipt.ua/infsec>. – Дата звернення: 05 грудня 2021.
5. Дроботя А. І., Манжула О. В., Кулик С. І. Шифрування зображень з використанням алгоритму RSA та вейвлетів Добеші. Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету. Сер. : Педагогічні науки. – № 3. – Бердянськ : БДПУ, 2005. – С. 189 – 197.
6. Тєв'яшев А. Д., Кобылинский К. В., Котелевцев А. В. Интеллектуальная система нахождения витоків и несанкционированных відборів з конденсатопроводу // Проблеми нафтогазової промисловості. – 2007. – № 5. – С. 392 – 398.
7. Шеховцов А. В. Влияние твердых границ и вязкости среды на внесок інерційної та вихрової компонент нормальній силі пластини, що обертається. Частина 1 // Вісник НТУ «ХПІ». Серія : Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків : НТУ «ХПІ», 2023. – № 1. – С. 212 – 217. DOI: 10.20998/2222-0631.2023.01.31.

References (transliterated)

1. Zadiraka V. K., Mel'nikova S. S., Borodavka N. V. Spektral'ni alorytmy komp'yuternoyi steganografii [Spectral algorithms of computer steganography]. *Shtuchniy intelekt*. 2002, no. 3, pp. 532–541.
2. Borodavka N. V., Zadiraka V. K. Steganoalgoritmy na bazi teoremy pro zgortku [The convolution theorem based steganoalgorithms]. *Kibernetika i sistemnyy analiz*. 2004, no. 1, pp. 139–144.
3. Zadiraka V. K., Mel'nikova S. S., Koshkina N. V. Efektivni algoritmy pobudovy stegokonteineriv z vykorystannyam shvydkogo peretvorenniya Fur'e [Effective algorithms for creating stegocontainers using fast Fourier transform]. *Pratci Mizhnarodnoyi konferentsiyi. "Pytannya optimizatsiyi obchyslen' (POO XXXII)", prysvyachenoyi pam'yati akademika V.S. Mykhalevycha* [Proc. of the Int. Conf. «The problems of optimization optimization (PCO XXXII)», dedicated to the memory of V. S. Mikhalevich]. Kyiv, Glushkov Institute of Cybernetics of National Academy of Sciences of Ukraine Publ., 2005, pp. 78–79.
4. Shmaev V. B. *Sovremennaya steganografiya. Printsipy, osnovni nosii ta metody protidii* [Modern steganography. Principles, main media, and methods of counteraction]. Available at: <http://www.re.mipt.ua/infsec> (accessed 5 October 2014).
5. Drobotya A. I., Manzula O. V., Kulik S. I. Shyfruvannya zobrazhen' z vykorystannyam alorytmu RSA ta veyvletiv Dobeshi [Image encrypting using RSA algorithm and Daubechies wavelets]. *Zbirnyk naukovykh prac' Berdjans'kogo derzhavnogo pedagogichnogo universytetu. Ser.: Pedagogichni nauky* [Collection of works of the Berdiansk State Pedagogical University. Ser.: Pedagogical Science]. Berdyansk, BDPU, 2005, no.3, pp. 189–197.
6. Tevyashev A. D., Kobylinskiy K. V., Kotelevtcev A. V. Intel'ktual'na sistema znakhodzhennia vitokiv i nesankcionirovanykh vidboriv iz kondensatoprovodu [Intellectual system for detecting leakage and siphoning from condensate pipeline]. *Problemy naftogazovoyi promyslovosti*. 2007, no. 5, pp. 392–398.
7. Shekhovtsov A. V. Vplyv tverdykh granits ta v'язkosti seredovyshha na vnesok inertsiiynoyi ta vykhrovoyi komponent normal'noyi sily plastyny, shho obertaetsya. Chastyna 1 [Impact of solid boundaries and viscosity of the medium on the contribution of the inertial and vortex components of the normal force of a rotating plate. Part 1]. *Visnyk NTU «KhPI». Seriya : Matematychnе modelyuvannya v tekhnitsi ta tekhnologiyakh*. [Bulletin of the NTU «KhPI». Series: Mathematical modeling in engineering and technology]. Kharkiv, NTU «KhPI» Publ., 2023, no. 1, pp. 212–217. DOI: 10.20998/2222-0631.2023.01.31.

Надійшла (received) 30.02.2025

Відомості про авторів / Information about authors

Литвин Олег Миколайович – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри вищої математики, Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків; тел.: (+372011) 123-12-12; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9055-3257>; email: litvin@mail.ua.

Litvin Oleg Nikolaevich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor at the Department of Higher Mathematics, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv; tel.: (+372011) 123-12-12; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9055-3257>; email: litvin@mail.ua.

Дроботя Андрій Іванович – кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник кафедри машинобудування, Бердянський державний політехнічний університет, м. Бердянськ; тел.: (+38050) 999-99-99; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9055-3245>; email: dobrotya@inbox.com.

Dobrotya Andrey Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Research Fellow at the Department of Mechanical Engineering, Berdyansk State Pedagogical University, Berdyansk; tel.: (+38050) 999-99-99; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9055-3245>; email: dobrotya@inbox.com.

Кулик Станіслав Іванович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків; тел.: (+38093) 543-54-43; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9055-3355>; email: kulik@gmail.com.

Kulik Stanislav Ivanovich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Higher Mathematics, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv; tel.: (093) 543-54-43; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9055-3355>; email: kulik@gmail.com.