CRDFGLOBAL
INSPIRED BY PEOPLE | DRIVEN BY SCIENCE

Erasmus+

USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

INFORMATION PROTECTION AND INFORMATION SYSTEMS SECURITY

MATERIALS

of IXth International Scientific and Technical Conference

May 25–26, 2023

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ І БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

INFORMATION PROTECTION AND INFORMATION SYSTEMS SECURITY

Ministry of Education and Science of Ukraine

National Academy of Sciences of Ukraine

Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Poland

Lviv Polytechnic National University

Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics National Academy of Sciences of Ukraine

Odessa National Polytechnic University

University of Bielsko-Biała (Poland)

INFORMATION PROTECTION AND INFORMATION SYSTEMS SECURITY

MATERIALS

of IXth International Scientific and Technical Conference

May 25–26, 2023

Lviv
Lviv Polytechnic Publishing House
2023

Міністерство освіти і науки України
Національна Академія наук України
Міністерство науки та вищої освіти Республіки Польща
Національний університет "Львівська політехніка"
Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України
Одеський національний політехнічний університет
Університет Бєльсько-Бяла (Польща)

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ І БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

МАТЕРІАЛИ

IX Міжнародної
науково-технічної конференції

25–26 травня, 2023

Львів
Видавництво Львівської політехніки
2023

УДК 004.056.5
З 38

Conference organizers:

LVIV POLYTECHNIC NATIONAL UNIVERSITY

PIDSTRYHACH INSTITUTE FOR APPLIED PROBLEMS OF MECHANICS AND MATHEMATICS

ODESSA NATIONAL POLYTECHNIC UNIVERSITY

AKADEMIA TECHNICZNO-HUMANISTYCZNA, BIELSKO-BIAŁA (POLSKA)

З-38 **Захист** інформації і безпека інформаційних систем: матеріали IX Міжнар. наук.-техн. конф. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2023. – Режим доступу: https://drive.google.com/drive/folders/1z5BLogqaxwh4xgGk2eMLI8WcVNOXCFX6, вільний –Заголовок з екрана. – Мова укр. і англ.

ISBN 978-966-941-829-6

У збірнику опубліковано матеріали конференції, присвяченої проблемам у галузі захисту інформації і безпеки інформаційних систем. Видання призначено для науковців, аспірантів, студентів.

УДК 004.056.5

The collection includes texts of reports and theses of speeches prepared for the IX International Scientific and Technical Conference “Information Security and Information Systems Security”. The publication is intended for scientists, postgraduates and students.

Postal address of the Organizing Committee:

79005, Lviv, 5, Kn. Romana Str., 1, Information Protection Department, room. No. 204.

Responsible for the issue – Professor Dudykevych V.B.

Computer layout and layout – Opirskyy I.R.

The materials are presented in the author's wording

ISBN 978-966-941-829-6

HONORARY CHAIRMEN

BOBALO Yu.Ya. – *Rector of Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Professor*

KUSHNIR R.M. – *Director of the Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Academician of National Academy of Sciences of Ukraine, D.Sc., Professor*

OBORSKYY H.O. – *Rector of Odessa National Polytechnic University, D.Sc., Professor*

CO-CHAIRMEN

DEMYDOV I.V. – *Vice-Rector for Research at Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Associate Professor*

DUDYKEVYCH V.B. – *Head of the Information Protection Department, Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Professor*

KARPIŃSKI M. – *Head of the Department of Computer Science and Automation, The University of Bielsko-Biala (Poland), D.Sc., Professor*

KOBOZYEVA A.A. –*.Head of the Department of Informatics and Information Systems Security Management, Odessa National Polytechnic University, D.Sc., Professor*

PROGRAM COMMITTEE

BLINTSOV V.S. – Vice-Rector for Scientific Work of National University of Shipbuilding, Academician of the Academy of Sciences of Shipbuilding of Ukraine, D.Sc., Professor

HORBENKO I.D. – Professor of the Department of Security of Information Systems and Technologies, V.N. Karazin Kharkiv National University, D.Sc., Professor

DIVIZINYUK M.M. – Head of the Department of Civil Defense and Innovation of the Institute of Environmental Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, D.Sc., Professor

YEVSEYEV S.P. – Head of the cyber security department of the National Technical University University "Kharkiv Polytechnic Institute", D.Sc., Professor

ZHURAVEL I.M. – Professor of the Department of Information Technology Security, Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Professor

ZADIRAKA V.K. – Head of Department nr 140, V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, D.Sc., Professor

ZAGORODNA N.V. – Head of the Department of Cyber Security, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ph.D., Associate Professor

KOVELA S. – MBA PGCE CITP Senior Lecturer Accounting, Finance and Informatics, Kingston University London, Ph.D. (United Kingdom)

CARLSSON A. – General Manager of ENGENSEC Tempus Project, lecturer at Blekinge Institute of Technology, Ph.D. (Karlskrona, Sweden)

JUSTICE C. – Clinical Associate Professor, CERIAS, Purdue University, CISSP, D.Sc. (USA)

KORCHENKO O.H. – Head of the Department of Information Technology Security, National Aviation University, D.Sc., Professor

ESIN V. I. – Professor of the Department of Security of Information Systems and Technologies, V.N. Karazin Kharkiv National University, D.Sc., Professor

MARAKOVA-BEGOC I. – Research Fellow at Bretagne Telecom, Dc.S (France)

MATVIYKIV O.M. – First Vice-Rector of Lviv Polytechnic National University, D.Sc, Professor

MACHUSKYY Ye.A. – Head of the Department of Physical and Technical Means for Information Protection, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", D.Sc., Professor

MELNYK A.O. – Head of the Department of Computer Engineering, Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Professor

MELNYK V.A. – Professor of the Department of Information Technology Security, Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Professor

MYKYYCHUK M.M. – Director of the Institute of Computer Technologies, Automation and Metrology, Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Professor

MYCHUDA L.Z. – Professor of Information Technology Security, Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Associate Professor

MOROZ L.V. – Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Warszawska (Polska), dr hab. inż., profesor uczelni

NYEMKOVA O.A. – Associate Professor of the Department of Information Technologies Security, Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Professor

OSTAPOV S.E. – Head of the Department of Software Computer Systems, Chernivtsi National University, D.Sc., Professor

PARKHUTS L.T. – Professor of Information Protection Department, Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Professor

PETROV O. – Professor AGH, Department of Applied Computer Science, AGH University of Science and Technology Stanisława Staszica, Kraków (Poland), D.Sc..

POTIY O.V. – Deputy Head of the State Service for Special Communications and Information Protection of Ukraine, D.Sc., Professor

RUZHENTSEV V.I. – Professor of the Department of Information Technology Security, Kharkiv National University of Radio Electronics, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

RUSYN B.P. – Head of the Department of Methods and Systems for Images Processing, Analysis and Identification, G.V. Karpenko Physico-Mechanical Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, D.Sc., Professor

SAMOTYY V.V. – Professor of the Department of computerized systems of Automation, Lviv Polytechnic University, D.Sc., Professor

SACHENKO A.O. – Head of the Department of Information and Computing Systems and Management, Western Ukrainian National University, D.Sc, Professor

FEDASYUK D.V. – Head of the Software Department of the Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Professor

KHOMA V.V. – Professor of the Institute of Automation and Informatics, Opole University of Technology, (Poland), D.Sc., Professor

KHOROSHKO V.O. – Professor of the Department of Information Technologies Security, National Aviation University, D.Sc., Professor

CHAPLYHA V.M. – Professor of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies of Lviv National Agrarian University, D.Sc, Professor

CHEVARDIN V.E. –Head of the Department of Information Protection and Cyber Defense of the Military Institute of Telecommunications and Informatization. Heroes Krut, D.Sc., Senior Researcher

YAREMCHUK Yu.Ye. – Director of the Center for Information Technologies and Information Protection, Vinnytsia National Technical University, D.Sc., Professor

YATSKIV V.V. – Head of the Department of Cybersecurity, Western Ukrainian National University, D.Sc., Associate Professor

GUSTAVSSON R. – Professor at Blekinge Institute of Technology (Karlskrona, Sweden) and at KTH Royal Institute of Technology (Stockholm, Sweden)

RASMUS J. – Managing Director of SERIAS (Center of Education and Research in Information Assurance and Security), Purdue University (USA)

LUZHETSKY V.A. – Head of the Information Protection Department, Vinnytsia National Technical University, D.Sc., Professor

ORGANIZING COMMITTEE CO-CHAIRMEN

MAKSYMOVYCH V.M. – Head of the Department of Information Technology Security, Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Professor

MARCHUK M.V. – Head of Department №15, Ya. S. Pidstryhach Institute of Applied Problems of Mechanics and Mathematics of the National Academy of Sciences of Ukraine, D.Sc., Professor

ORGANIZING COMMITTEE

BORTNIK L.L. – Senior lecturer of the Department of Information Protection of Lviv Polytechnic National University, Ph.D.

VOYTUSIK S.S. – Associate Professor of the Department of Information Technologies Security, Lviv Polytechnic National University, Ph.D.

HORPENYUK A.Ya. – Associate Professor of the Department of Information Protection, Lviv Polytechnic National University, Ph.D., Associate Professor

ESINA M.V. – Professor of the Department of Security of Information Systems and Technologies, V.N. Karazin Kharkiv National University, D.Sc., Professor.

KOROBEYNIKOVA T.I. – Associate Professor of the Department of Information Technology Security, Lviv Polytechnic National University, Ph.D., Associate Professor

KOSTIV Yu.M. – Associate Professor of the Department of Information Technology Security, Lviv Polytechnic National University, Ph.D., Associate Professor

KUTEN R.B. – Assistant of the Department of Information Protection, Lviv Polytechnic National University

CHUBYK R.V. – Associate Professor of Information Protection, Lviv Polytechnic National University, Ph.D., Associate Professor

LAH Yu.V. – Associate Professor of Information Protection, Lviv Polytechnic National University, Ph.D.

SHABATURA M.M. – Associate Professor of the Department of Information Technology Security, Lviv Polytechnic National University, Ph.D., Associate Professor

SOVYN Ya.R. – Associate Professor of the Department of Information Protection, Lviv Polytechnic National University, Ph.D., Associate Professor

STAKHIV M.Yu. – Associate Professor of the Department of Information Protection, Lviv Polytechnic National University, Ph.D.

TYSHYK I.Ya. – Associate Professor of the Department of Information Protection, Lviv Polytechnic National University, Ph.D.

SECRETARY

OPIRSKYY I.R. – Professor of the Department of Information Protection, Lviv Polytechnic National University, D.Sc., Professor

CONTENT

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ЦВЗ У ПОТОКОВИХ ВІДЕОЗАПИСАХ

Юрій ЯРЕМЧУК[a], Василь КАРПІНЕЦЬ[a], Ірина ЗОРЯ[a]

[a] *Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна*

Анотація. *У роботі представлено аналіз можливості підвищення стійкості вбудовуваного ЦВЗ у потоковий відеозапис на основі вдосконаленого алгоритму DEW із його подальшою програмною реалізацією. Вдосконалення методу здійснюється за рахунок вбудовування ЦВЗ у низькочастотні коефіцієнти ДКП та застосування методу сегментації Канні, який використовує багаторівневий обчислювальний підхід виявлення меж сегментів, сприяє зменшенню візуальних змін контейнера.*

Ключові слова. *Цифровий водяний знак, Differential Energy Watermarking, метод Канні, стійкість ЦВЗ, онлайн-сервіс, потокове відео.*

Вступ

Сьогодні дослідження проблеми захисту інтелектуальної власності не тільки не втрачає своєї актуальності, проте стає ще більш затребуваним, оскільки безперервне зростання обсягів цифрової інформації використання Інтернету збільшується з кожним днем. Активне застосування цифрових водяних знаків [1] у цифрові файли (стегоконтейнери) для захисту права власності призводить до необхідності розробки методів, більш стійких до активних атак та природних спотворень у каналі обробки та передавання. Вище згаданий засіб захисту авторського права на основі ЦВЗ успішно використовується для вирішення завдань підтвердження авторського права по відношенню до цифрових файлів, контролю їх використання авторизованими користувачами та іншими особами, підтвердження справжності та надійності копій програмних засобів та мультимедіа об'єктів, що використовуються. Проведено аналіз існуючих методів вбудовування ЦВЗ у відеофайли. Зокрема, виявлено недоліки оригінального алгоритму DEW [2] такі як вразливість високочастотних коефіцієнтів контейнера до певних видів атак (оскільки застосовувані у алгоритмі DEW високочастотні коефіцієнти ДКП легко відкидаються фільтрами), а також можливість суттєвих візуальних змін (оскільки алгоритм DEW не враховує, який вплив на вихідне зображення має відкидання коефіцієнтів ДКП). Отримані результати дослідження свідчать, що подальше вдосконалення таких методів є необхідним, оскільки проблеми стійкості до атак залишаються актуальними. Враховуючи дані фактори, в роботі для дослідження обраний алгоритм вбудовування цифрового водяного знаку, що базується на ідеї диференціального енергетичного водяного знаку та є методом вбудовування ЦВЗ, що заснований на вибірковому відкиданні частини високочастотних коефіцієнтів ДКП стислих зображень і відеозображень.

Основна частина

Розглянемо вдосконалення стенографічного методу на основі алгоритму DEW та запропонуємо можливе його застосування для розробки відповідного програмного засобу. Запропоноване вдосконалення дозволить усунути виявлені недоліки, здійснити програмну розробку засобу для вбудовування ЦВЗ у потоковий відеозапис та у подальшому здійснити тестування отриманих результатів роботи вдосконаленого алгоритму.

Розробка алгоритму роботи методу для вбудовування ЦВЗ

В основі даного методу лежить диференціальне вбудовування енергії (DEW). Під енергією розуміється значення коефіцієнтів ДКП аналізованої області зображення. За методом DEW здійснюється впровадження ЦВЗ, яке складається з біт b_j(j = 0,1, 2, … , l – 1). Кожен біт ЦВЗ вбудовується в обрану область, що складається з блоків n по 8 × 8 коефіцієнтів ДКП каналу яскравості зображення кожен. Розмір обраної області визначає швидкість вбудовування – що вище n, то нижча швидкість. Кожен біт ЦВЗ впроваджується в обрану область модифікацією різниці енергій між високочастотними коефіцієнтами ДКП верхньої частини цієї області (субобласть A) та її нижньої частини (субобласть B). Підмножина високочастотних коефіцієнтів позначається S(c). Центральну роль, як у процесі вбудовування, й у процесі вилучення вбудованої інформації грають енергії субобластей A і B, величина яких визначається чотирма чинниками: характером субобластей A та B; кількістю блоків n на одну обрану область; кроком квантувача; розміром підмножини S(c).

Вдосконалення методу вбудовування ЦВЗ у відео-файли

Враховуючи, що однією із проблем стійкості методу до атак є вразливість високочастотних коефіцієнтів контейнера, в запропонованому методі пропонується враховувати лише низькочастотні коефіцієнти ДКП. Для усунення недо-

ліку суттєвої помітності візуальних змін контейнера застосуємо метод сегментації Канні [3], який використовує багаторівневий обчислювальний підхід виявлення меж сегментів на зображенні. У більшості випадків, особливо при аналізі зашумлених зображень, цей метод має певні переваги перед іншими. Регульованим параметром методу Канні є поріг чутливості: двоелементний вектор, у якому перший елемент нижній поріг, а другий елемент верхній поріг. Оскільки, низькочастотні коефіцієнти ДКП модифікувати небажано, так як це може погіршити візуальну якість зображення, поріг повинен бути не менше за певне значення c_{min}. Для визначення відповідного *c* використаємо формулу:

$$c\left(n,Q,c_{min}\right)=\max\left\{c_{min},\max\left\{\begin{array}{c} g\in\{1,63\}\,|E_A\left(g,n,Q\right)>D) \\ \cap\left(E_B\left(g,n,Q\right)>D\right) \end{array}\right\}\right\}.$$

Для отримання вбудованого біта одержувачу необхідно знайти поріг *c*. Але тепер береться вже максимум за всіма порогами для субобластей A і B. Робота методу перевіряється на моделях зображень із різними дефектами. Результати зображення є бінарними, де одиницею відображається наявність кордонів, а нулем її відсутність.

Розробка додатку за вдосконаленим методом вбудовування ЦВЗ у відео-файли

На основі запропонованого вдосконаленого методу вбудовування ЦВЗ здійснимо реалізацію програмного засобу, що являє собою онлайн-сервіс для публікації відео. Оскільки передбачається, що вдосконалений метод буде застосовуватись для вбудовування у потоковий відеозапис, мультимедійний файл, що слугуватиме стенографічним контейнером, будемо розглядати як послідовність кадрів (фреймів), де кожен з них обробляється як незалежне зображення і ЦВЗ вбудовується у кожний фрейм окремо. В роботі використовуватимуться формати відео .mp4 та .avi. Розроблено онлайн-сервіс, доступ до роботи з яким мають лише авторизовані користувачі. Авторизувавшись на сервісі, користувач має можливість переглядати та додавати відео, захищені цифровим водяним знаком, ставити відповідні реакції на відео, залишати коментарі. Застосувавши вдосконалений алгоритм для розробки програмного продукту, було здійснено тестування розробки. Було обрано десять відео із вбудованим ЦВЗ, що являє собою тестове повідомлення «Дане відео захищене авторським правом» (повідомлення представлене у вигляді стрічки ASCII, кількість символів 37, кожен символ по 8 біт, розмір повідомлення 296 біт).

Висновки

Проведений аналіз запропонованого методу вбудовування ЦВЗ та результатів його тестування за показниками візуального впливу (SSIM, SNR, PSNR, AD, NAD, IF) та стійкості до атак показав, що у цілому застосування вдосконаленого методу дозволяє підвищити показники орієнтовно на 12%, зокрема, усувається недолік візуальної помітності змін у відео та має підвищену стійкість до атак перекодування та стиснення. ЦВЗ, що вбудовується у файл, не здійснює на нього суттєвого впливу, а вбудовування даних у низькочастотні коефіцієнти дозволяє підвищити стійкість до атак.

Список літератури

[1] Захист авторського права. Helpx: веб-сайт. URL: https://helpx.adobe.com/ua/ (дата звернення: 14.10.2022).

[2] Хорошко В.О., Азаров О.Д., Шелест М.Є., Яремчук Ю.Є. Основи комп'ютерної стеганографії: Навч.посібник для студентів і аспірантів. – Вінниця: ВДТУ, 2003. – 143с.

[3] CannyJ.A Computational Approach to Edge Detection / J.Canny // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1986. – Pp. 679-698.