

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Бойка Максима Володимировича на тему «Моделі та методи інформаційної технології інтелектуального аналізу даних для комп'ютерно-технічної експертизи електронних документів», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Характеристика особистості здобувача

Бойко Максим Володимирович у 2006 році закінчив Сумський державний університет за напрямом підготовки «Прикладна математика», освітній рівень «Бакалавр»; у 2007 році за спеціальністю «Прикладна математика», освітній рівень «Спеціаліст». З 2021 по 2025 рр. був здобувачем наукового ступеню доктора філософії в Сумському державному університеті за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» на кафедрі комп'ютерних наук. З 2011 по 2016 рік працював експертом у сфері комп'ютерно-технічної експертизи в Сумському науково-дослідному експертно-криміналістичному центрі МВС України, а з 2016 року по теперішній час – у Підрозділі детективів цифрової криміналістичної лабораторії Національного антикорупційного бюро України.

Тему дисертації у останній редакції затверджено на засіданні Вченої ради СумДУ (протокол № 6/7 від «24» грудня 2021 р.).

За час навчання в аспірантурі Бойко М.В., зарекомендував себе сумлінним, відповідальним та високопрофесійним науковцем. Опанував і оволодів сучасними методами наукових досліджень.

Прийняв участь у всеукраїнських та міжнародних науково-практичних конференціях, зокрема 12-й Міжнародній конференції «Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications» (м. Дортмунд, Німеччина, 2023), Міжнародній науково-технічній конференції «Інформатика. Математика. Автоматика» (Суми-Астана, Україна-Казакстан, 2023), 12-й Міжнародній конференції «Information Control Systems & Technologies» (м. Одеса, Україна, 2024), Міжнародній науково-технічній конференції «Інформатика. Математика. Автоматика» (Суми-Астана, Україна-Казакстан, 2025).

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 9 наукових працях, зокрема 3 статті в наукових фахових виданнях України (у тому числі, дві статті в виданні, що індексується міжнародними наукометричними базами Scopus та WOS), 2 статті-доповіді в матеріалах міжнародних наукових конференцій, 4 публікації в збірниках матеріалів міжнародних конференцій.

Додатково наукові результати дисертації представлено в методичних рекомендаціях Державного науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України «Криміналістичне досліджування документів Microsoft Office і їхніх метаданих» (м. Київ, 2024), на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Криміналістика та судова експертиза: Сучасний стан і перспективи розвитку» (м. Київ, Україна, 2024) та на XII Міжнародній науково-технічній

конференції «Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій» (м. Запоріжжя, Україна, 2024).

Об'єктом дослідження у дисертаційній роботі Бойка М.В. є процес відновлення файлів електронних документів із високим ступенем фрагментації за умов відсутності метаданих файлової системи, пов'язаних з блоками даних. Предметом дослідження є моделі та методи інформаційної технології карвінгу файлів електронних документів із високим рівнем фрагментації. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності карвінгу файлів електронних документів із високим рівнем фрагментації.

Актуальність теми

Дисертаційна робота Бойка М.В. присвячена розробленню та удосконаленню методів відновлення даних із високим ступенем фрагментації на персональних робочих станціях користувачів за умов відсутності метаданих файлових систем, шляхом втілення інформаційної технології карвінгу файлів електронних документів.

Відновлення даних є нетривіальною задачею, яка залежить від багатьох факторів таких як: тип операційної системи, характер і порядок дій користувача при видаленні даних, час, що минув з моменту інциденту, тощо. Найбільш складні випадки – це відновлення файлів за умов відсутності метаданих файлової системи. Карвінг нефрагментованих або розбитих на два фрагменти файлів, як правило, не становить проблем при цифрових дослідженнях. Натомість карвінг файлів із високим рівнем фрагментації становить значну складність, оскільки потребує розробку та вдосконалення існуючих підходів, а також глибокого аналізу внутрішньої структури відновлюваних типів файлів. Водночас при розслідуванні кримінальних проваджень і подоланні наслідків кібератак великий інтерес становлять електронні документи, з якими вели роботу особи на своїх робочих станціях. Тому один із напрямків, якому приділено увагу в даній дисертаційній роботі, є створення інформаційної технології карвінгу файлів електронних документів із високим рівнем фрагментації. Застосування пропонованої інформаційної технології дозволяє підвищити ефективність карвінгу вище зазначених даних після спроб знищення цифрових слідів або кібератак.

Зв'язок роботи з науковими програмами та темами

Дисертаційна робота відповідає пріоритетним напрямкам наукових досліджень Сумського державного університету, зокрема держбюджетній науково-дослідній роботі «Інформаційна технологія забезпечення резильєнтності систем штучного інтелекту для захисту кібер-фізичних систем» (ДР № 0122U000782).

Особистий внесок здобувача у виконання дисертаційної роботи

Дисертаційна робота є самостійним завершеним науковим дослідженням. Положення і результати, винесені на захист дисертаційної роботи, отримані

здобувачем особисто. Серед них: проаналізовано існуючі методи відновлення даних із високим рівнем фрагментації за умов відсутності метаданих файлової системи; проаналізовано існуючі сучасні методи карвінгу, реконструкції та відновлення файлів за умов відсутності метаданих файлової системи; проаналізовано існуючі сучасні системи розпізнавання зображень; проаналізовано існуючі методи ідентифікації блоків бінарних даних; розроблено онтологічну схему карвінгу файлів для систематизації різних аспектів і підходів у розв'язанні задач карвінгу файлів; розроблено моделі на основі багатoshарових згорткових нейронних мереж, які мали підвищені точнісні характеристики класифікатора, проведено експерименти, проаналізовано та візуалізовано результати; запропоновано метод навчання системи штучного інтелекту для підвищення точнісних характеристик класифікатора на нових зразках блоків даних, що є мало представленими у навчальній вибірці; проведено експерименти із застосуванням нейромережевої моделі та запропонованого методу для класифікації блоків бінарних даних; проаналізовано внутрішню структуру файлів OOXML; розроблено метод реконструкції документів OOXML; розроблено узагальнену та деталізовану функціональні моделі процесу карвінгу файлів електронних документів із високим рівнем фрагментації; розроблено деталізовану функціональну модель процесу оптимізації параметрів моделі ідентифікації блоків бінарних даних; створено програмну реалізацію інформаційної технології карвінгу файлів електронних документів із високим рівнем фрагментації, до функціоналу якої входить здатність класифікувати блоки бінарних даних за типами, реконструювати файли документів OOXML та/або їх вміст, проводити пошук пропущених фрагментів фрагментованого файлу, а також визначати документи OOXML, які походять із одного першоджерела. Дисертантом разом із науковим керівником проведено узагальнення одержаних результатів дослідження, сформульовано основні положення та висновки.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, що сформульовані в дисертації

Дисертаційне дослідження Бойко Максима Володимировича виконано на високому методичному рівні з використанням комплексу сучасних методів дослідження. Основні наукові положення та висновки, сформульовані в дисертації, логічно випливають з одержаних результатів та є достатньо обґрунтованими. Вони відповідають поставленій меті та завданням дослідження. Чітко структуровано основні напрямки дослідження. Результати досліджень доповідались та обговорювались на міжнародних науково-технічних конференціях, а також опубліковані в наукових фахових виданнях. Достовірність одержаних результатів підтверджується системним підходом до комплексного вирішення науково-практичних задач і детальним обґрунтуванням основних положень та висновків.

Наукова новизна результатів

У дисертаційній роботі отримано нові наукові результати.

Уперше розроблено моделі ідентифікації фрагментів файлів на основі багатосарових згорткових нейронних мереж із введенням додаткового відгалуження (голови) класифікатора з регуляризацією простору ознак та відновленням гіперсферичних контейнерів класів, що дозволило підвищити точнісні показники класифікації блоків бінарних даних та виявляти блоки нецільових типів файлів.

Удосконалено моделі класифікації блоків бінарних даних за рахунок введення адаптерів, що підлаштовуються на маржинальній ентропії, оцінених на виході нейромережі під час тестування, що дозволило підвищити точнісні характеристики класифікатора на нових зразках блоків даних, що є малопредставленими у навчальній вибірці.

Отримали подальшого розвитку методи реконструкції файлів OOXML за рахунок впровадження синтаксичних методів аналізу внутрішньої будови файлів, що забезпечує ефективний пошук фрагментів OOXML-файлів з високим ступенем фрагментації серед нерозподіленого простору.

Практичне значення отриманих результатів

Під час проведення дисертаційного дослідження створено програмну реалізацію інформаційної технології карвінгу файлів електронних документів із високим рівнем фрагментації. У рамках цієї реалізації створено взаємопов'язані компоненти, до функціоналу яких входить здатність класифікувати блоки бінарних даних за типами, реконструювати файли документів OOXML та/або їх вміст, проводити пошук пропущених фрагментів фрагментованого файлу, а також визначати документи OOXML, які походять із одного першоджерела.

Результати наукових досліджень у вигляді методів і програмного забезпечення для роботи з файлами електронних документів та інформація щодо карвінгу файлів впроваджені та використовуються в діяльності та під час навчання експертів Експертної служби МВС. Зокрема, наукові результати зазначеного дисертаційного дослідження щодо роботи з файлами OOXML використані в методичних рекомендаціях «Криміналістичне досліджування документів Microsoft Office і їхніх метаданих», які схвалені та рекомендовані Науковою радою Експертної служби МВС для впровадження в судово-експертну діяльність (протокол від 30.11.2023 № 82 засідання наукової ради Експертної служби МВС).

Також з метою автоматизації процесів карвінгу документів OOXML із високим рівнем фрагментації, обробки та аналізу файлів Microsoft Word, у діяльності Національного антикорупційного бюро України при проведенні цифрових досліджень і в навчальних цілях використовуються інформаційна технологія карвінгу файлів електронних документів із високим рівнем фрагментації, метод реконструкції файлів OOXML із високим рівнем фрагментації, що базується на аналізі внутрішньої будови цього типу файлів, а також програмне забезпечення для роботи з файлами OOXML (акт про впровадження наукових результатів від 08.04.2025 № 27-27-03/10017).

Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях, персональний внесок здобувача

Основні положення дисертації викладено в 9 наукових працях: у 3 статтях у наукових фахових виданнях України (зокрема, дві статті у виданні, що індексується міжнародною наукометричною базою Scopus); 2 тези доповіді в матеріалах міжнародних наукових конференцій, які індексуються міжнародною наукометричною базою даних Scopus; 4 публікації в збірниках матеріалів міжнародних конференцій. Додатково наукові результати дисертації відображають методичні рекомендації Державного науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України “Криміналістичне досліджування документів Microsoft Office і їхніх метаданих” і 2 публікації в збірниках матеріалів науково-практичних конференцій. Сукупність усіх публікацій відображає викладені в дисертації результати дослідження, що відповідає вимогам п. 8, 9 вимог до присудження ступеня доктора філософії «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України №44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 22 січня 2022 року.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. M. Boiko, V. Moskalenko, “Syntactical method for reconstructing highly fragmented OOXML files,” *Radioelectronic and Computer Systems*, no. 1, pp. 166–182, 2023 (фахове видання).

2. M. Boiko, V. Moskalenko, and O. Shovkopliias, “Advanced file carving: ontology, models and methods,” *Radioelectronic and Computer Systems*, no. 3, pp. 204–216, 2023 (фахове видання).

3. M. Boiko, V. Moskalenko, “Improved binary data block classification model for file carving problems,” *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*, no. 3(2), pp. 134–145, 2025 (фахове видання).

4. V. Moskalenko, A. Korobov, A. Kudravcev and M. Boiko, “Meta-Learning with Evolutionary Strategy for Resilience Optimization of Image Recognition System,” 2023 IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Dortmund, Germany, pp. 978-982, 2023 (тези доповідей, БД Scopus).

5. M.Boiko, V. Moskalenko, ‘Training method for artificial intelligence system for robust and resource-efficient data block identification’, in *Proceedings of the 12th International Conference Information Control Systems & Technologies (ICST 2024)*, vol. 3790, pp. 399-408, 2024 (тези доповідей, БД Scopus).

6. M. Boiko, “Identifying Microsoft Word documents that originate from the same source and building a chronology of their creation,” на Міжнар. наук.-техн.

конф. Інформатика. Математика. Автоматика, ІМА-2023, Суми-Астана, 2023, с. 125-126.

7. М. Boiko, A. Kudryavtsev, “Neural classifier of file fragments – model and training method,” на Міжнар. наук.-техн. конф. Інформатика. Математика. Автоматика, ІМА-2023, Суми-Астана, 2023, с. 133-134.

8. М. Бойко, В. Москаленко, “Нейронна модель та метод навчання надійної та ресурсно-ефективної ідентифікації блоку даних”, на Міжнар. наук.- практ. конф. Інформаційні управляючі системи і технології, ICST-Odesa-2024, Одеса, 2024, с. 192-194.

9. М. Boiko, “ Experimental evaluation of a two-level classification model for identifying binary data blocks,” на Міжнар. наук.-техн. конф. Інформатика. Математика. Автоматика, ІМА-2025, Суми-Астана, 2025, с. 41-42.

Наведені публікації містять результати безпосередньої роботи здобувача на окремих етапах дослідження, повною мірою відображають основні положення та висновки роботи. Авторська участь здобувача в опублікованих наукових працях погоджена зі співавторами.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

1. М. Бойко, “Додаткові заходи при поводженні з телефонами Apple iPhone під час їх вилучення”, на Всеукр. наук.- практ. конф. Криміналістика та судова експертиза: Сучасний стан і перспективи розвитку, Київ, 05 грудня 2024, с. 60-63.

2. М. Бойко, “Метод збереження зникаючих повідомлень на телефонах на базі операційної системи Android”, на XII Міжнар. наук.-практик. конф. Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій, Запоріжжя, 2024, с. 338-341.

Оцінка мови та стилю дисертації

Матеріали дисертації викладено українською мовою, послідовно за формально-логічною структурою з дотриманням наукового стилю написання.

Відповідність фаху

Дисертаційна робота відповідає спеціальності 122 Комп’ютерні науки.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

За результатами перевірки дисертаційної роботи Бойка Максима Володимировича на тему «Моделі та методи інформаційної технології інтелектуального аналізу даних для комп’ютерно-технічної експертизи електронних документів», на наявність ознак академічного плагіату встановлено коректність посилань на першоджерела для текстових та ілюстративних запозичень; навмисних спотворень не виявлено. Звідси можна зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Бойка Максима Володимировича за актуальністю проблеми, методичними підходами, обсягом, ґрунтовністю аналізу та інтерпретацією отриманих даних, повнотою викладу принципів наукових положень, науково-теоретичним та практичним значенням повністю відповідає вимогам п. 6 «Порядку присудження ступеня доктор філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а дисертант, з урахуванням виконання у повному обсязі освітньої складової освітньо-наукової програми та індивідуального плану наукової роботи, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Заступник голови апробаційної ради
зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»,
професор кафедри комп'ютерних наук,
доктор технічних наук, професор

 Анатолій ДОВБИШ