

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Бологової Наталії Миколаївни на тему:
«Модель, методи та інформаційна технологія автентифікації цифрових зображень у
прикладних системах користувача», що представлена на здобуття наукового ступеня
доктора філософії за спеціальністю 126 – Інформаційні системи та технології,
галузь знань 12 – Інформаційні технології

1. Актуальність та обґрунтування вибору теми дослідження.

Предмет дослідження – методи, модель та інформаційна технологія для забезпечення ефективного підтвердження права власності на цифрові зображення.

Як результат у дисертації запропоновано інформаційну технологію підтвердження права власності на цифрові зображення, яка використовує цифрові водяні знаки, блокчейн, хеш-функції для зображення та IPFS для створення нової децентралізованої технології підтвердження власності у мережі Інтернет.

На сьогодні досить актуальним є питання розробки нових діючих моделей і методів щодо підтвердження права власності на цифровий контент. Зараз є нагальна необхідність постійно вдосконалювати засоби та інформаційні технології для захисту права власності.

Виходячи з цього, можна зробити висновок про актуальність теми дисертаційної роботи Бологової Н.М.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому та оформлення.

Дисертація має наступну структуру: вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел, додатки.

У першому розділі проведено системний аналіз проблеми та визначено особливості забезпечення авторського права і підтвердження автентичності цифрових зображень. Існуючі засоби для захисту авторських прав на твори, розміщені в Інтернеті: метод обмеженої функціональності, часова обмеженість, захист від копіювання, криптографічні конверти сприяють уникненню порушення авторських прав та застосовуються для контролю щодо використання цих творів іншими відвідувачами мережі. Проведений порівняльний аналіз цих методів дозволив виявити їх переваги та недоліки. Захист прав відбувається на етапі після виявлення порушення, автори та їх правонаступники можуть використовувати певні технічні та правові засоби, до яких належать - агент, стенографія та судові переслідування. Здійснено огляд та аналіз технології блокчейн та токени як засобу охорони авторського права, проведено огляд та аналіз водяних знаків як охоронного засобу. Проаналізовано три різні класи цифрових водяних знаків (ЦВЗ), які залежать від характеристик та способу їх детектування. Проаналізовано атаки на водяні знаки, проведено аналіз та виділено надійні підходи для нанесення водяних знаків для захисту

конфіденційної інформації в різних сферах застосування.

У другому розділі представлено, класифіковано та порівняно різні алгоритми, які забезпечують сувору та часткову автентифікації. Порівняння ґрунтуються на критеріях виявлення, локалізації та відновлення. Розглянуто автентифікацію зображення за допомогою цифрових підписів на основі вмісту зображення. Останні дослідження у сфері автентифікації зображення зосереджені на цифрових підписах, нанесених на вміст зображення, ці підходи забезпечують високу продуктивність. Досліджено особливості функціональної моделі перевірки автентичності цифрового зображення. Дана модель може розглядатися як стеганографічна система, в якій передається інтегрований зашифрований ідентифікатор в область зображення, яке є цифровим водяним знаком. Розроблено комплексний критерій оцінки ефективності методів нанесення цифрових водяних знаків.

У третьому розділі розроблено функціональну модель процесу забезпечення підвищення стійкості методів вбудови цифрових водяних знаків у цифрові зображення, яка ґрунтується на псевдоголографічному кодуванні та додатковій фільтрації водяного знака. Описаний у роботі метод псевдоголографічного кодування є ефективним для протидії поширеним (окрім повороту зображення) типам атак. Проведено аналіз хаотичних карт на предмет забезпечення стійкості ЦВЗ, який показав, що їх використання для перемішування біт пікселів або самих пікселів на зображенні може забезпечити захищеність та стійкість до спотворень. Проведені розрахунки коефіцієнта кореляції сусідніх пікселів при використанні хаотичних карт свідчать про їх ефективність. Розроблено методи генерації ЦВЗ на основі хаотичних карт та додатковій фільтрації цифрового водяного знаку. Запропоновані у роботі методи є ефективними для забезпечення стійкості ЦВЗ до локальних спотворень. Як показали дослідження, при 60 % спотворення зображення можливо відновити у 90 % ЦВЗ. Проведено експериментальне дослідження щодо запропонованих методів. Гістограми ЦВЗ показали, що розроблені методи забезпечують генерацію ЦВЗ випадкової незрозумілої форми. Підтверджено, що метод, заснований на комбінації карт кота Арнольда та Генона, має помітні піки на відміну від методу, який заснований на перемішуванні пікселів та їх біт лише за допомогою карт кота Арнольда.

Четвертий розділ присвячено створенню інформаційної технології та системи. Беручи до уваги сучасні тренди та результати застосування блокчейну для захисту авторських прав, запропоновано інформаційну технологію підтвердження права власності на цифрові зображення, що ґрунтується на технології блокчейн та цифрових водяних знаках для забезпечення надійної гарантії. Технологія блокчейн має такі характеристики як децентралізація, захист від підробки та шифрування, розширюваність та гнучкість, що дозволяє ефективно вирішити питання реєстрації та підтвердження авторського права.

Запропоновано використовувати блокчейн, хеш-функції для зображення та IPFS для створення нової децентралізованої технології в епоху Інтернету.

Дисертація є завершеною науковою працею, має чітку логічну структуру, написана сучасною науковою українською мовою, її оформлення відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 № 44) та «Вимогам до оформлення дисертації» (затверджено наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40).

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.

Дисертацію виконано на кафедрі Електронних обчислювальних машин Харківського національного університету радіоелектроніки.

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт Харківського національного університету радіоелектроніки в рамках держбюджетної НДР «Дослідження сучасних методів криптографічного захисту для застосування у постквантовий період» (№ ДР 0120U100109), затверджених Міністерством освіти і науки України.

Автор брав участь як виконавець.

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій у роботі забезпечена ефективним використанням методів надійної перевірки справжності цифрового зображення з високим ступенем захисту. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів гарантується за допомогою наступних факторів.

1. Використання відомих та апробованих підходів. У роботі використані відомі та перевірені методи для генерації ЦВЗ для цифрових зображень, а саме розроблено методи генерації ЦВЗ на основі хаотичних карт та додаткової фільтрації водяного знаку, та врахування ключових показників за допомогою методу псевдоголографічного кодування. Це підвищує надійність та стабільність отриманих результатів, а також гарантує їхню адекватність відомих науковим стандартам.

2. Узгодженість результатів. Отримані результати у вигляді розроблених моделей і технології задовольняють сучасним вимогам до засобів надійної перевірки справжності цифрового зображення з високим ступенем захисту від спотворення та підробки.

Використання зазначених результатів дає можливість здійснювати вбудову інформації в цифровий контент.

3. Апробація результатів. Отримані наукові результати представлені у 14 наукових працях автора за темою дисертації та обговорені на міжнародних наукових конференціях. Це свідчить про важливість та визнання отриманих висновків у науковому середовищі, а також підтверджує їхню актуальність та інтерес до них з боку наукової спільноти.

5. Основні наукові результати, одержані автором, та їх новизна.

Дисертантом було отримано наступні нові наукові результати:

1. Вперше запропоновано комплексний критерій оцінки ефективності методів вбудови цифрових водяних знаків на зображення, який побудований з урахуванням ключових характеристик та визначенням вагових коефіцієнтів, дозволяє провести комплексну оцінку ефективності методу нанесення цифрових водяних знаків.

2. Вдосконалено метод надійної перевірки справжності цифрового зображення з високим ступенем захисту. Надійність досягається за рахунок того, що ЦВЗ ховається не в усьому зображенні, а в його фрагменті, який найбільше підходить для приховування зображення, а також застосування як ЦВЗ заводських кодів.

3. Вдосконалено метод підвищення стійкості стегосистеми за рахунок врахування ключових показників. Описаний у роботі метод псевдоголографічного кодування цифрових водяних знаків є ефективним для протидії усім типам атак, що розглядалися, окрім повороту зображення.

4. Отримали подальший розвиток методи генерації ЦВЗ для цифрових зображень, а саме розроблено методи генерації на основі хаотичних карт та додаткової фільтрації ЦВЗ. Описані у роботі методи є ефективними для забезпечення стійкості ЦВЗ до локальних спотворень. Як показали дослідження, при 60 % спотворенні зображення можливо відновити 90 % ЦВЗ.

5. Удосконалено інформаційну технологію підтвердження права власності на цифрові зображення, що ґрунтується на технології блокчейн та цифрових водяних знаках для забезпечення надійної гарантії встановлення авторських прав.

Основні наукові здобутки дисертації викладено у 14 наукових працях автора за темою дисертації, зокрема 7 статей, з них – 6 статей у фахових періодичних виданнях України з технічних наук, з яких 2 – категорії А (індексується в Scopus); 4 – категорії Б, 1 стаття у інших виданнях (Індія), 7 тез доповідей у матеріалах міжнародних наукових конференцій.

6. Практичне значення одержаних результатів

Одержані в дисертації результати можуть бути використані в засобах передачі інформації за допомогою цифрового зображення з високим ступенем захисту від спотворення та підробки (ТОВ «ОБОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ», м.Київ).

Ряд результатів та рекомендацій прикладних досліджень дисертаційної роботи використано в освітньому процесі Харківського національного університету радіоелектроніки (відповідні акти впровадження містяться у додатку Г, Д).

7. Дотримання академічної доброчесності.

За результатами аналізу дисертації та наукових публікацій Бологової Н.М. порушення академічної доброчесності не виявлено. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту в роботі відсутні.

8. Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертації.

Дисертація спрямована на розв'язання важливих і цікавих прикладних задач, вона є досить ґрунтовною науковою працею, але не позбавлена окремих недоліків, серед яких відзначимо наступне.

1. При додаванні цифрових знаків автором вивчено лише один тип вейвлету Добеши, слід було б порівняти результативність впровадження інших симетричних вейвлетів.

2. Не розглянуто питання щодо обмежень застосування вейвлет-перетворення для прямокутних зображень.

3. У роботі відсутні кількісні показники щодо оцінювання часу виконання процедур перетворення зображення.

4. Дисертація не містить обґрунтування, за рахунок чого забезпечується приріст стійкості запропонованого методу у порівнянні з відомими.

Проте, на мою думку, зроблені зауваження не впливають на високу оцінку дисертації та наукової кваліфікації її автора.

9. Загальні висновки щодо дисертації.

Вважаю, що дисертаційна робота Бологової Наталії Миколаївни на тему: «Модель, методи та інформаційна технологія автентифікації цифрових зображень у прикладних системах користувача», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 126 – Інформаційні системи та технології, галузь знань 12 – Інформаційні технології, є завершеним дослідженням, виконана на належному рівні з логічно та доступно викладеним матеріалом.

У дисертації розв'язано важливу науково-технічну задачу, що полягає у створенні засобів сучасного та ефективного захисту права власності на цифровий контент за рахунок автентифікації та надійної перевірки справжності цифрового зображення з високим ступенем захисту від спотворення та підробки.

Здобувач Бологова Наталія Миколаївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 126 – Інформаційні системи та технології, галузь знань 12 – Інформаційні технології.

Рецензент:

к.т.н., доцент, завідувач кафедри інформатики
Харківського національного
університету радіоелектроніки



Олег КОБИЛІН

Підпис засвідчую
Учений секретар



Ігор МАГДАЛІНА