

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента – доктора технічних наук, професора, професора кафедри штучного інтелекту Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій Чичкарьова Євгена Анатолійовича на дисертаційну роботу Мішкура Юрія Валентиновича на тему: «Інформаційна технологія стегоаналізу зображень на основі глибокого навчання та мультимодальних моделей», подану на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань
12 – Інформаційні технології за спеціальністю
123 – Комп'ютерна інженерія

Актуальність обраної теми.

Стрімкий розвиток цифрових технологій, систем обробки мультимедійної інформації та глобальних мереж передачі даних супроводжується постійним зростанням обсягів цифрового контенту. Одночасно з цим поширюються технології прихованого передавання інформації, серед яких особливе місце займає цифрова стеганографія.

Сучасні методи стеганографії дозволяють вбудовувати повідомлення у цифрові зображення з мінімальними візуальними змінами контейнера, що значно ускладнює їх виявлення традиційними методами аналізу. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні нових високоточних технологій стегоаналізу, здатних виявляти приховані повідомлення навіть за умов використання сучасних адаптивних алгоритмів вбудовування даних.

Перспективним напрямом розв'язання зазначеної проблеми є використання методів глибокого навчання, комп'ютерного зору та мультимодальних моделей штучного інтелекту, які забезпечують можливість комплексного аналізу просторових, частотних та семантичних ознак цифрових зображень.

Тому дисертаційна робота Мішкура Ю.В., присвячена розробленню інформаційної технології стегоаналізу зображень на основі глибокого навчання та мультимодальних моделей, є актуальною, своєчасною та має важливе значення для розвитку сучасних інформаційних технологій і систем інформаційної безпеки.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації.

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими та достовірними.

Автором виконано ґрунтовний аналіз сучасного стану розвитку методів стеганографії та стегоаналізу цифрових зображень. Для досягнення поставленої мети використано сучасні методи математичного моделювання, теорії інформації, цифрової обробки зображень, комп'ютерного зору, глибокого навчання та статистичного аналізу.

Достовірність отриманих результатів підтверджується проведенням масштабних експериментальних досліджень із використанням сучасних наборів даних, порівнянням із відомими аналогами та статистичною обробкою результатів експериментів.

Наукові положення логічно впливають із проведених досліджень та повністю підтверджуються отриманими результатами.

Оцінка новизни наукових результатів дисертаційного дослідження.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у отриманні таких результатів:

1. Вперше розроблено гібридну архітектуру стегоаналізу, яка за рахунок поєднання блоку паралельної багатомасштабної високочастотної фільтрації із семантичним аналізом мультимодальних великих мовних моделей, використання механізму формування природномовних інтерпретацій результатів детекції, інтеграції CNN-компонента з MLLM-компонентом через спеціалізований шар-адаптер та реалізації механізму локального мультимодального аналізу на платформі Ollama, дозволила забезпечити підвищення точності та інтерпретованості процесів виявлення прихованої інформації у цифрових зображеннях, а також формування обґрунтованих природномовних висновків щодо характеру виявлених аномалій.

2. Вперше запропоновано механізм семантичного арбітражу в задачах виявлення прихованої інформації, який за рахунок використання мультимодальних великих мовних моделей для верифікації результатів нейромережевого класифікатора, формування контекстно-залежної оцінки аномалій, аналізу особливостей текстурних областей зображення та інтеграції семантичних і статистичних ознак у межах єдиного процесу прийняття рішень, дозволив ефективно розрізняти природний шум складних текстур від цілеспрямованого стеганографічного втручання та підвищити достовірність результатів стегоаналізу.

3. Удосконалено структуру вхідного шару стегоаналітичних нейронних мереж, яка за рахунок інтеграції механізму адаптивного перерахунку ваг каналів ознак (SE-блоків) для паралельних груп фільтрів різних просторових розмірів, використання механізму селективного підсилення інформативних ознак стегошуму та адаптивного балансування внеску багатомасштабних високочастотних компонентів, дозволила підвищити чутливість системи до дрібнорозмірних артефактів стеганографічного втручання та покращити якість виявлення прихованої інформації в умовах складних текстур і JPEG-стиснення.

4. Дістала подальший розвиток модель багатомасштабної попередньої обробки зображень, яка за рахунок одночасного використання спрямованих високочастотних ядер 3×3 , 5×5 та 7×7 пікселів, поєднання просторового та частотного аналізу ознак вбудовування, формування багатоканального представлення залишкових шумів та інтеграції результатів багатомасштабної фільтрації у єдиний вхідний простір CNN-класифікатора, дозволила одночасно ідентифікувати ознаки прихованого вбудовування як у просторовому, так і в частотному доменах та підвищити ефективність стегоаналізу цифрових зображень.

Отримані результати характеризуються науковою новизною та мають суттєве значення для розвитку інформаційних технологій стегоаналізу.

Практична цінність отриманих результатів.

Практична цінність роботи полягає у створенні інформаційної технології стегоаналізу цифрових зображень, яка може бути використана у системах забезпечення інформаційної безпеки, цифрової криміналістики та кібербезпеки.

Розроблені методи та алгоритми забезпечують підвищення ефективності виявлення прихованих повідомлень у цифрових зображеннях та можуть бути використані для автоматизованого моніторингу інформаційних потоків, аналізу мультимедійних ресурсів та виявлення потенційних загроз інформаційній безпеці.

Практичне значення роботи підтверджується впровадженням результатів дослідження у навчальний процес та науково-дослідну діяльність.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційне дослідження виконано відповідно до наукових напрямів Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій та пов'язане з виконанням науково-дослідних робіт, спрямованих на розвиток методів штучного інтелекту, комп'ютерного зору, інформаційної безпеки та аналізу мультимедійних даних.

Результати роботи відповідають пріоритетним напрямам розвитку інформаційних технологій та кібербезпеки в Україні.

Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях.

Основні результати дисертаційного дослідження достатньо повно висвітлені у наукових працях автора.

За темою дисертації опубліковано 16 наукових праць, серед яких:

1 стаття у науковому виданні, що індексується міжнародною наукометричною базою даних Scopus;

5 статей у фахових наукових виданнях України категорії «Б»;

10 публікацій апробаційного характеру у матеріалах міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференцій.

Основні результати дослідження пройшли належну апробацію та повною мірою відображені у наукових публікаціях здобувача.

Оцінка змісту дисертації, відповідність встановленим вимогам щодо оформлення.

Дисертаційна робота має логічну структуру та складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків.

Матеріал викладено послідовно та аргументовано. Автором проведено комплексне дослідження проблеми виявлення прихованої інформації у цифрових зображеннях та запропоновано нові ефективні підходи до її розв'язання.

Дисертація оформлена відповідно до вимог Постанови Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 №44 та інших нормативних документів щодо підготовки дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Зауваження до проведеного дисертаційного дослідження.

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу в цілому, слід зазначити окремі зауваження:

1. У роботі недостатньо детально проаналізовано вплив різних архітектур мультимодальних моделей на якість виявлення прихованих повідомлень.
2. Для більш повної оцінки ефективності запропонованої технології доцільно було б провести порівняння з новітніми мультимодальними моделями класу Vision-Language Models.
3. Недостатньо уваги приділено дослідженню стійкості запропонованого методу до атак протидії стегааналізу.
4. Перспективним напрямом подальших досліджень є розширення розробленої технології на задачі аналізу відео- та аудіоконтенту.
5. У роботі доцільно було б більш детально дослідити можливість використання розроблених моделей у системах реального часу з обмеженими обчислювальними ресурсами.

Зазначені зауваження мають рекомендаційний характер та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок.

Дисертаційна робота Мішкура Юрія Валентиновича на тему «Інформаційна технологія стегааналізу зображень на основі глибокого навчання та мультимодальних моделей» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому вирішено актуальне науково-прикладне завдання підвищення ефективності виявлення прихованої інформації у цифрових зображеннях шляхом розроблення нової інформаційної технології стегааналізу на основі методів глибокого навчання та мультимодальних моделей.

За актуальністю, науковою новизною, теоретичним та практичним значенням отриманих результатів дисертаційна робота відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії», а її автор – Мішкур Юрій Валентинович – заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

Рецензент

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри штучного інтелекту
Державного університету
інформаційно-комунікаційних технологій


Свген ЧИЧКАРЬОВ
Підпис *С. Чичкар*
ЗАСВІДЧУЮ
Учений секретар
Державного університету
інформаційно-комунікаційних технологій

