

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ ПОПКСЕЛЬНОГО ПОРІВНЯННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДРУКОВАНИХ ДОКУМЕНТІВ

Умовою ефективного захисту друкованих документів є ідентифікація та встановлення достовірності. Запропоновано метод повного попксельного порівняння для захисту друкованих документів. Результати роботи методу продемонстровано на прикладах.

The condition for the effective protection of printed documents is to identify and establish credibility. A method of comparing pixel by pixel the full protection of printed documents. The results of the method is demonstrated by examples.

1. ВСТУП

На сучасному рівні інформаційного розвитку суспільства друковані документи відіграють важливу роль у функціонуванні держави. Розробка нових та вдосконалення існуючих методів захисту друкованих документів має велике значення для безпеки функціонування інформаційних систем. Перспективним є розвиток систем електронного документообігу та платіжних систем, проте суттєвого зменшення обсягів друкованих документів найближчим часом не очікується. Щороку за оцінками експертів держава втрачає мільярди гривень внаслідок фальсифікацій різного виду документів. Об'єктами фальсифікацій стають як грошові банкноти, платіжні доручення, паспорти, так і проїзні документи, акцизні марки, лотереї, тощо. Як показують статистичні дані [1], переважаючи більшість фальсифікацій реалізується засобами репрографії, які можна попередити створенням надійної системи ідентифікації для графічних способів захисту.

2. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Проблема ідентифікації друкованих документів є актуальним завданням. Ідентифікація й оцінка достовірності поліграфічних документів є умовою ефективного захисту. На основі розробленої технології захисту пропонується метод ідентифікації поліграфічних документів, що є практично важливим завданням.

Впровадження методів ідентифікації документів надає наступні переваги:

¹ Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного;

² Національний університет "Львівська політехніка"

Підвищення рівня контролю за захистом бланків, цінних паперів, друкованих документів.

Забезпечення унікальної ідентифікації документів, що в перспективі може бути основою електронного документообігу.

Забезпечення послідовного підходу в роботі як із електронними, так із друкованими документами.

Методи ідентифікації поліграфічних документів важливі також у криміналістиці, юриспруденції, торгівлі [2] та інших сферах.

Розглянемо задачу ідентифікації друкованих документів методом попиксельного порівняння.

3. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Сучасний арсенал захисту документів від фальсифікації вагомий від арсеналу фальсифікаторів [3]. Будь-який документ при правильному технологічному підході може бути захищено так, що фальсифікаторам буде дуже важко його підробити. Можна виділити п'ять основних видів зловживань для документів на паперових носіях:

1. Часткове підроблення.
2. Повне підроблення паперового носія.
3. Фальсифікація документів.
4. Фальсифікація персоніфікованих атрибутів та реквізитів друкованих документів.
5. Крадіжка.

Метод ідентифікації повного попиксельного порівняння може бути застосований при частковому підробленні, повному підробленні паперового носія та фальсифікації друкованих документів.

4. ФОРМУВАННЯ ЦІЛЕЙ РОБОТИ

Отже, створення нових методів поліграфічного захисту та ідентифікації є актуальним і практично важливим завданням. Відомо, що існуючі методи поліграфічного захисту використовують функції Без'є для побудови графічних примітивів гільйошів та захисних сіток. Побудова принципово нових методів захисту інформації спонукала до використання іншого математичного апарату. Таким апаратом у даному дослідженні є теорія *Ateb*-функцій. Розробці методу поліграфічного захисту на основі теорії *Ateb*-функцій присвячено ряд статей [4].

Дослідження документів, які в сучасних умовах найбільш часто змінюються та підробляються, є необхідним з метою подальшого удосконалення їхнього захисту, ефективного контролю та встановлення достовірності [5]. Встановлення достовірності неможливе без проведення якісної ідентифікації друкованих документів.

5. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Розглянутий метод ідентифікації може бути використаний для персоніфікації даних документів та для розпізнавання кривих *Ateb*-функцій. У багатьох задачах виникає проблема визначення достовірності документу в цілому. Для вирішення цієї задачі запропоновано метод повного попиксельного порівняння еталонного та контрольованого зображення. Нехай контрольоване зображення $P(x, y)$ та еталонне зображення $P_0(x, y)$ мають розмір $m_p n_p$ пікселів. За критерій порівняння вибрано метод повного попиксельного порівняння *PSNR* [6]. Чим більше значення коефіцієнта *PSNR*, тим ближче контрольоване зображення до еталонного, який обчислюється за формулою

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{MaxP^2 m_p n_p}{\sum_{x=1, y=1}^{m_p n_p} (P(x, y) - P_0(x, y))^2}, \quad (1)$$

де $MaxP$ – максимальна кількість градацій сірого у контрольованому зображенні.

Для реалізації алгоритму ідентифікації здійснюється суміщення зображень. Для реалізації процедури суміщення вибирається точка на зображенні $P(x, y)$ та задається розмір контрольованого вікна r_k (наприклад 20 пікселів) та точка на еталонному зображенні. Задається також розмір вікна пошуку для контролю суміщення d_k , причому $d_k > r_k$.

У вікні розміром $d_k \times d_k$, що містить контрольовану точку, знаходимо на еталонному зображенні вікно, яке максимально співпадає з контрольованим вікном за критерієм максимальної кореляції. Тоді проводимо суміщення зображень (зсув по горизонталі та вертикалі) таким чином, щоб вибрані контрольовані точки та вікна повністю співпадали. Вибір більшого розміру вікна пошуку (у пікселях) для процедури суміщення еталонного і контрольованого зображень дозволяє точніше визначити взаємне зміщення зображень, але збільшує час ідентифікації.

Для суміщення зображень за поворотом задається друга контрольована точка у протилежному куті зображення та розмір вікна пошуку для контролю суміщення за поворотом d_p , причому $d_p > d_k$. Аналогічно як для першої контрольованої точки, у вікні розміром $d_p \times d_p$ знаходимо квадрат, що максимально співпадає з контрольованим вікном за критерієм кореляції. Кут, що утворився між першою контрольованою точкою та другою на еталонному та контрольованому зображенні є шука-

ним кутом повороту. Повертаємо контрольне зображення на знайдений кут за відомими формулами повороту площини з центром у першій контрольній точці.

У табл. 1 представлено результати проведених експериментів ідентифікації документів з графічними методами захисту. Було виведено еталони офсетним способом друку на друкарській машині Namada Printing Press на двох видах паперу – крейдованому (папір №1) та офсетному (папір №2). Здійснено ксерокопіювання документу на трьох видах ксерокопіювальної техніки: кольоровому ксероксі Konica Minolta, чорно-білому ксероксі фірми Canon IR2022 та на різьграфі DUPLO DP-S 850. Було проведено експерименти ідентифікації документів на предмет підробок методом повного попиксельного порівняння еталонного та контрольованого зображення. У результаті експериментів визначався коефіцієнт ідентифікації *PSNR*. Чим більше значення коефіцієнта, тим кращий результат ідентифікації. Вибірка 1 документів формувалася для еталону, виготовленого офсетом на крейдованому папері, вибірка 2 - для еталону, виготовленого офсетом на офсетному папері, вибірка 3 - для еталону, виготовленого машиною цифрового друку.

Таблиця 1

Експериментальні дослідження результатів ідентифікації документа, виготовленого офсетним способом та підробок на ксерокопіювальній техніці

Ідентифікація документів	Вибірка1 <i>PSNR</i>	Вибірка2 <i>PSNR</i>
Еталон з еталоном	210,93	210,80
Еталон, повторно сканований	20,82	18,25
Документ, віддрукований офсетним способом друку. Папір №1.	18,26	18,26
Документ, віддрукований офсетним способом друку. Папір №2.	18,78	18,78
Підробка документу на кольоровому ксероксі. Папір №2.	12,52	13,27
Підробка документу на одноколірному ксероксі. Папір №1.	8,29	12,35
Підробка документу на чорно-білому ксероксі. Папір №2.	8,1	9,08
Підробка документу на різьграфі. Папір №1.	Не ідентифіковано	
Підробка документу на різьграфі. Папір №2.	Не ідентифіковано	

У результаті експерименту вважаємо, що документ ідентифіковано, якщо значення коефіцієнта *PSNR* знаходиться в межах 211–18. У таблиці 4 показано результати експериментів, звідки випливає, що при

виготовленні копії документа ксерокопіюванням значення коефіцієнта *PSNR* було в межах 18-8 або ж результат виконання програми ідентифікації був неуспішним. Також документ був виготовлений машиною цифрового друку Хегох, яка працює на принципі електрографії. У таблиці 5 показано результати експерименту з вибіркою 3. При повторному скануванні еталону отримано коефіцієнт ідентифікації 13,96, який не досягає значень офсету. Усі копії, оригіналом яких був відбиток на машині цифрового друку знаходяться в межах (11–6), або ж були неідентифіковані. Результати експериментів показані на рис. 1.

Таблиця 2

Експериментальні дослідження результатів ідентифікації документа, виготовленого машиною цифрового друку та підрбок на ксерокопіювальній техніці

Ідентифікація документів	Вибірка 3. <i>PSNR</i>
Еталон з еталоном	210,89
Еталон, повторно сканований	13,96
Оригінал документа, виконаний лазерним принтером	8,26
Оригінал документа, виконаний різьграфом	8,06
Підробка документа на кольоровому ксероксі.	8,26
Підробка документа на одноколірному ксероксі.	6,66
Підробка документа на різьграфі	Не ідентифіковано

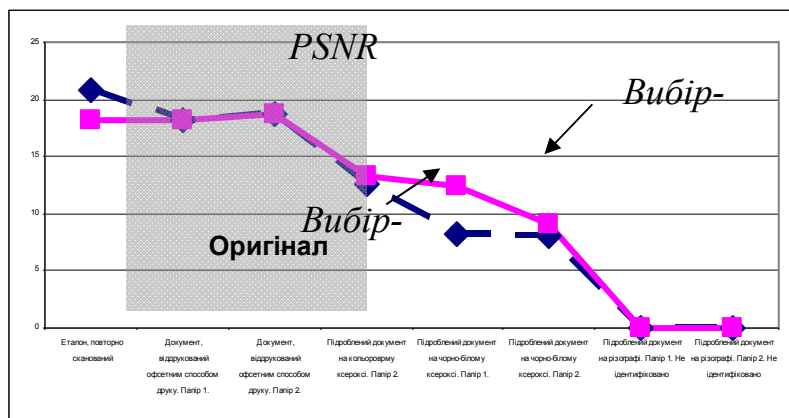


Рис. 1. Експериментальні дослідження результатів ідентифікації на предмет атаки ксерокопіюванням

6. ВИСНОВКИ

Більшість фальсифікацій реалізується засобами репрографії, які можна попередити створенням надійної системи ідентифікації для графічних способів захисту.

Ідентифікація й оцінка достовірності поліграфічних документів є умовою ефективного захисту.

1. Киричок П. О. *Захист цінних паперів та документів суворого обліку : моногр. / П. О. Киричок, Ю. М. Коростіль, А. В. Шевчук. – К. : НТУУ «КПІ», 2008. – 368 с.* 2. Бондаренко А.Д. *Криминалистическое исследование документов, отпечатанных на оперативной цифровой полиграфической технике // Криминалистика и судебная экспертиза. – К.: Полимед. 2004. – Вып. 52. – С.82-88.* 3. Коншин А. А. *Защита полиграфической продукции от фальсификации / А. А. Коншин. – М. : Синус, 1999. – 160 с.* 4. Назаркевич М.А. *Методи підвищення ефективності поліграфічного захисту засобами Атеb-функцій. [монографія] / М. А. Назаркевич. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2011. – 188 с.* 5. Хорошко В.А., Чекатков А.А. *Методи й засоби захисту інформації / В.А. Хорошко, А.А. Чекатков. – К. : ЮНІОР, 2003. – 501 с.* 6. Прэтт У. *Цифровая обработка изображений / У. Прэтт. – Т. 1. – М. : Мир, 1982. – 310 с.*