

Розробка алгоритму перетворення ЦВЗ для впровадження в цифрове зображення на основі використання математичного апарату модулярної арифметики для забезпечення цілісності ЦВЗ

Шепель А.В.

Науковий керівник: ктн. доц. Джулій В.М.

Хмельницький національний університет

Цифровий водяний знак (ЦВЗ) може виступати як послідовність чисел, символів або тексту, що містить знак охорони авторських прав, бінарного зображення з логотипом організації (якщо автором є юридична особа), QR – коду, який також може містити знак охорони авторських прав або посилання на сайт автора. Незалежно від того в якому вигляді виступає ЦВЗ, він може бути представлений модулярним кодом, що дозволяє при наявності деструктивного впливу на систему ЦВЗ можливість виявлення і корекції помилок [1].

Для побудови системи корекції спотворень в числовому представленні ЦВЗ був обраний спосіб, що ґрунтується на методі проєкцій як найбільш обчислювально простий і ефективний.

Обчислимо A_{ij} , яке може бути отримано з числового значення A шляхом виключення з його подання цифр по модулях p_i і p_j проєкцією числового значення A по модулям p_i і p_j , причому має бути дотримана умова $i \neq j$. Далі необхідно провести обчислення всіх проєкцій числового значення A за всіма основами, наявними в заданій числовій системі: A_{12}, \dots, A_{ij} . Серед отриманих проєкцій необхідно знайти таке числове значення, яке задовольняло б умові:

$$A_{ij} < \frac{P'}{p_{k+1} \dots p_{k+n}}$$

значить, спотвореними є цифри α_i, α_j . Після того, як обчислені спотворені цифри в числовому поданні ЦВЗ, необхідно здійснити процедуру їх корекції відповідно до формули:

$$\alpha_i = \tilde{\alpha}_i + \left[\frac{p_i(1 + np_{k+1})}{p_{k+1}m_i} \right]$$

На рисунку 1 у вигляді блок схеми, представлений алгоритм перетворення ЦВЗ для вставки зображення-контейнер, який є об'єктом інтелектуальної власності [2].

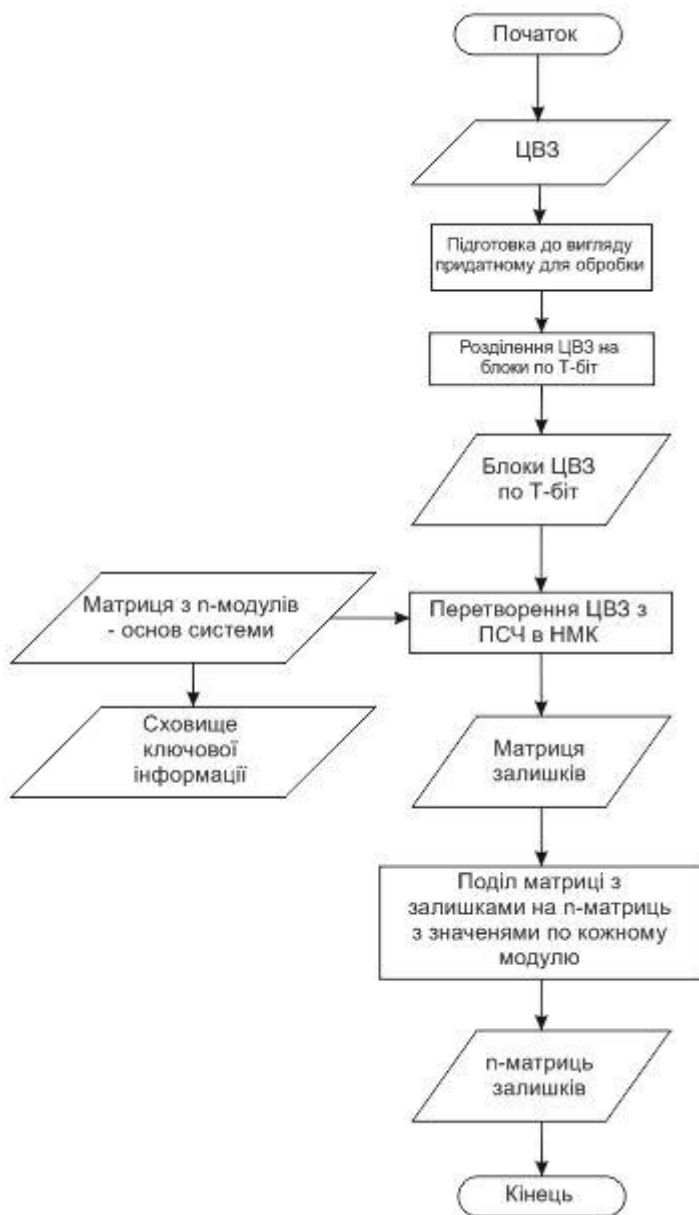


Рисунок 1 – Алгоритм перетворення ЦВЗ для вбудовування в зображення

Вхідними даними для роботи алгоритму, представленого на рисунку 1, є ЦВЗ, незалежно від форми його подання. Завдання, що стоїть на початковому етапі виконання даного алгоритму, полягає у визначенні типу ЦВЗ.

Як було зазначено раніше, ЦВЗ може бути представлено послідовністю чисел або символів, містити текст або зображення. Після визначення типу ЦВЗ, з яким буде здійснюватися подальша обробка, необхідно привести початкове уявлення до виду, придатного для функціонування алгоритму [3].

Формується двійковий масив, групи елементів якого, в залежності від робочого діапазону обраної системи залишкових класів, перетворюються в блоки по t -біт. Після чого дані блоки піддаються перетворенню з двійкової системи в десяткову. На наступному етапі здійснюється процедура перетворення матриці, елементами якої є числа в десятковій системі числення в матрицю, елементами якої є цифри, представлені надмірною модулярним кодом (далі – НМК) [4].

У разі якщо вихідною формою ЦВЗ є текстові дані, символи цього вектора можуть бути представлені десятковими цифрами відповідно до заздалегідь визначеним кодуванням. У процесі перетворення обов'язковим критерієм входження символу в перетворену матрицю є його приналежність до робочого діапазону обраної системи підстав, тобто належність відповідного числового значення в десятковій системі числення діапазону дозволених значень системи підстав. Як і у випадку із зображенням, на наступному етапі проводиться процедура перетворення матриці, елементами якої є числа в десятковій системі числення в матрицю, елементами якої будуть вже цифри, які представлені НМК [5].

Відповідно до ідеї алгоритму, залишки по кожному з обраних модулів системи повинні зберігатися в окремих областях зображення-контейнера, звідки впливає необхідність в поділі матриці із залишками, отриману на попередньому етапі, на n -матриць містять значення по кожному модулю. Виконання даної вимоги необхідно для забезпечення цілісності ЦВЗ.

У випадку, якщо зображення з вкладеним ЦВЗ піддається деструктивному впливу, інформація по кожному з підстав системи є відносно ізольованою один від одного, що дозволяє з більшою ймовірністю відновити втрачені дані.

Перетворення з позиційної системи числення (далі – ПСЧ) в надлишковому модулярному коді (НМК) буде проводитися по шести модулях, два з яких будуть надлишковими. Для оцінки коригувальних здібностей коду в розділі 1 даної роботи було використано поняття кодової відстані, що забезпечує відповідність між надмірністю кодування і здатністю до виявлення і виправлення помилки.

Робочий діапазон обраної системи дорівнює

$P = p_1 p_2 \dots p_k = \prod_{i=1}^k p_i = 210$, повний діапазон системи

$P' = p_1 p_2 \dots p_k p_{k+1} \dots p_{k+n} = \prod_{i=1}^{k+n} p_i = 30030$, причому $d_{\min} = 3$, звідки

впливає, що здатність коду дорівнює

$$\frac{M^T - M}{M} * 100\% = \frac{30030 - 210}{30030} * 100\% \approx 99.3\%$$

Таким чином, при наявності двох надлишкових основ можливо виявити будь-які одиночні і подвійні помилки, виявити потрібні помилки з ймовірністю 99,3% і гарантовано виправити всі поодинокі помилки.

При необхідності кількість надлишкових основ коду може бути збільшено, а, отже, і поліпшені коригувальні здатності коду.

Згідно з розробленим алгоритмом, матриця з елементами ЦВЗ, представленими НМК, поділяється на n – матриць (у розглянутому випадку на 6 матриць) для того, щоб залишки по кожному окремому модулю (основи) заносилися в окремий блок зображення, який відповідає певній основі системи. При такій організації, навіть при повному видаленні частини зображення, яка включає повністю один з блоків переднього плану, ЦВЗ буде гарантовано повністю відновлено.

Перелік посилань

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р., Вудс Р., – М: Техносфера, 2005. – 1072 с. ISBN 5-94836-028-8.
2. Шипилов, А. Авторские права в цифровую эпоху/ А. Шипилов // Ephoto. –2002. –№ 3 (13). – С.34-37.
3. Глумов, Н.И. Алгоритм поблочного встраивания стойких ЦВЗ в крупноформатные изображения / Н.И. Глумов, В.А. Митекин // Компьютерная оптика. – 2011. – Том 35, № 3. – С.368-372.
4. Глумов, Н.И. Алгоритм встраивания полухрупких цифровых водяных знаков для задач аутентификации изображений и скрытой передачи информации / Н.И. Глумов, В.А. Митекин // Компьютерная оптика. – 2011. – Том 35, № 2. –С.262-267.
5. Горбачев, В.Н. Методы цифровой стеганографии для защиты изобразительной информации / В.Н. Горбачев, Е.М. Кайнарлова, А.Н. Кулик, И.К. Метелев // М.: Проблемы полиграфии и издательского дела. – 2011. – № 2. – С.32-49.