УДК 681.3:519.15

О. Велика, М. Бойко, С. Лясковська
Національний університет “Львівська політехніка”

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА СИНТЕЗ КІЛЬЦЕВИХ МОНОЛІТНИХ КОДІВ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ТВІРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Розроблено новий ефективний метод синтезу монолітних кодів, який ґрунтується на понятті твірного елемента циклічної різницевої множини, що розширює можливості вибору діапазону коду.

Ключові слова: ідеальна кільцева в'язанка, ідеальний кільцевий монолітний код, синтез, твірний елемент, циклічна різницева множина

The new effective method of synthesis of monolithic codes, which is based on the concept of formative element of cyclic different set which extends possibilities of choice of range of code, is developed

Key words: ideal ring bundle, ideal ring monolithic code, synthesis, formative element, cyclic different set

Вступ

Автоматизація управління і контроль виробництва пов’язані з інтенсивним обміном великими масивами інформації між багатьма частинами сучасних систем управління. Якісне управління, планування і організація виробництва, оперативність опрацювання інформації, надійність і повнота повідомлень, які надходять каналами зв’язку, своєчасність надходження інформації і швидке пересилання команд управління до нижчих ланок системи для їх виконання, високі вимоги до рівня захищеності від несанкціонованого доступу та достовірності повідомлень, які передаються каналами зв'язку, зумовлюють важливість ширшого впровадження математичних моделей і обчислювальних методів для поліпшення технічних характеристик систем управління та перетворення інформації. У зв'язку з цим актуалізуються дослідження методів кодування інформації за допомогою математичних моделей, утворених на комбінаторних конфігураціях, ідеальні кільцеві в’язанки. Зацікавлення такими математичними моделями викликане можливостями їх застосування для кодування та синтезу числових кодів.

Аналіз останніх досліджень

Дослідженню монолітних кодів та методів їх синтезу присвячено ряд публікацій. Загальна характеристика таких кодів викладена в монографії [1], де описано кільцевий монолітний код, побудований за правилами розподілу вагових розрядів згідно із послідовністю числового ряду ідеальної кільцевої в'язанки (ІКВ).

Постановка задачі

Основним завданням, поставленим у статті, є дослідження та швидка побудова ідеального кільцевого монолітного коду (ІКМК).

Метод розв’язування задачі

Класичні методи, основані на положеннях комбінаторного аналізу, використовують для побудови класичних комбінаторних об’єктів, таких як циклічні блок-схеми, різницеві множини, скінченні проективні площини тощо, а вже за їх допомогою будують ідеальні монолітні кільцеві коди.

Один із методів швидкої побудови ІКМК – метод, який ґрунтується на понятті твірного елемента циклічної різницевої множини [2,3].

Нагадаємо, що множина $D=\{d_1, d_2, ..., d_k\}$, яка складається з k лишків за модулем натурального числа ν, називається (ν, k, λ)-різницевою множиною, якщо для кожного $d \neq 0(mod\,\nu)$ існує точно λ упорядкованих пар чисел (d_i, d_j), $d_i, d_j \in D$ таких, що $d_i - d_j \equiv d(mod\,\nu)$. Елементи множини D для зручності беруть із системи мінімальних представників за модулем ν [3].

Твірним елементом циклічної різницевої множини $d_1, d_2, ..., d_k(mod\,v)$ називається ціле число t, для якого існує автоморфізм циклічної блок-схеми, такий, що будь-який її елемент X відображається в елемент $xt(mod\,v)$, причому елемент t повинен задовольняти порівняння $td_i - td_j \equiv 1(mod\,v)$ для будь-яких i та j, що визначає вимогу $(t, i) = 1$ [3].

Властивості таблиці кільцевих сум, складеної для ідеального монолітного кільцевого коду, дають змогу встановити, що записані в будь-якому рядку таблиці значення сум ваг розрядів – це, по суті, різні блоки циклічної блок-схеми з параметрами W_n, n, N, тому що кожний (i+1)-й елемент вибраного рядка одержують як результат додавання за модулем W_n попереднього i-го елемента з цього самого рядка до елемента, який перебуває в діагональній клітинці i-го стовпця таблиці. Елементи будь-якого стовпчика таблиці кільцевих сум також мають аналогічні властивості, отже, поняття твірного елемента можна застосувати і для ідеального монолітного кільцевого коду, який подається таблицею кільцевих сум вагових розрядів.

Наприклад, будь-який рядок таблиці кільцевих сум вагових розрядів ІКМК, реалізованих на послідовності ваг (1, 2, 6, 4), – це елементи блока циклічної блок-схеми з параметрами $v = W_n$ =13, $k = n$ =4, і одночасно різницевої множини з такими ж параметрами. Таблицю кільцевих сум ваг розрядів ІКМК, реалізованих на послідовності (1, 2, 6, 4), будують таким способом:

1) у клітинках головної діагоналі записати вагові розряди ІКМК;

2) у клітинках, розміщених справа безпосередньо від головної діагоналі, записати суми двох сусідніх чисел діагоналі;

3) у решті клітинок, розташованих справа від головної діагоналі, записати суми трьох, чотирьох і т.д. поруч розміщених чисел діагоналі до одержання в першому рядку таблиці числа W_n;

4) у клітинках, розміщених зліва від головної діагоналі, записати суми поруч розміщених і послідовно складених за кільцевою схемою чисел діагоналі, переносячи їх справа наліво.

У табл. 1 показано приклад побудови кільцевих сум вагових розрядів ІКМК на послідовності чотирьох $(n = 4)$ розрядів (1, 2, 6, 4).

Таблиця 1

Кільцеві суми ваг розрядів ІКМК
на послідовності (1, 2, 6, 4)

1	3	9	13
13	2	8	12
11	13	6	10
5	7	13	4

Оскільки будь-який заповнений числами рядок або стовпець таблиці вказує, як треба заповнити решту клітинок, то множення за модулем $W_n = 13$ будь-якого одного рядка чи стовпчика на ціле число t >1 рівнозначне множенню на це число відповідного набору ваг ІКМК. У результаті множення ваги розрядів можуть змінювати або не змінювати свої значення. Наприклад, при множенні першого рядка таблиці на 2 за модулем 13 після упорядкування за зростанням отримаємо набір ваг (2, 5, 6, 13) і таблиця кільцевих сум набуде нового вигляду:

Таблиця 2

Кільцеві суми ваг розрядів ІКМК
на послідовності (2, 5, 6, 13)

2	5	6	13
13	3	4	11
10	13	1	8
9	12	13	7

Послідовність ваг (2, 3, 1, 7), записаних у діагональних клітинках таблиці, утворюватиме новий ІКМК із заданими параметрами, а 2 є коефіцієнтом перетворення ваг (1, 2, 6, 4) у (1, 3, 2, 7) та оберненого перетворення (1, 3, 2, 7) у (1, 2, 6, 4).

Якщо прийняти $t = 3$, то рядок {1, 3, 9, 13} після множення не зміниться і таблиця кільцевих сум також. Якщо помножити будь-який інший рядок чи стовпець на $t = 3$, значення елементів, записаних у головній діагоналі таблиці, як і їх відносне розташування у послідовності ваг, не будуть змінюватися. Аналогічний результат можна отримати і для ваг (1,3,2,7). Отже, число $t = 3$ є твірним елементом ІКМК, який лише автоморфно перетворює ІКМК самого на себе.

Для того, щоб знайти твірні елементи, варто скористатись теоремами 1 та 2 про твірні елементи для ІКВ [1], які також будуть справедливими і для ІКМК.

Теорема 1.

Число t, яке ділить $n-(N+1)$, $(t,W_n)=1$, $t\rangle N+1$, є твірним елементом ІКМК з параметрами W_n, n, N.

Теорема 2.

Якщо число d – дільник $n-(N+1)$, $(d,W_n)=1$, $d\rangle N+1$, то ціле число t є твірним елементом ІКМК тоді, коли $p^{\alpha} \equiv t(mod\, W_n)$, де p – кожен з простих дільників числа d; d – ціле число.

На основі цих теорем і здійснюється побудова ІКМК, суть якої полягає в знаходженні відповідних твірних елементів і всіх їх степенів $0,1,...n-1$ за модулем W_n, які після відповідного впорядкування і обчислення різниць й визначають елементи ІКМК.

Контрольний приклад

Побудуємо ідеальний монолітний кільцевий код з параметрами n=9, $N=3$, W_n=19. Для цього знаходимо твірний елемент $n-(N+1)$=5 та всі упорядковані за зростанням степені числа $5(mod\,19)$:

$$\{1 \equiv 5^0, 4 \equiv 5^8, 5 \equiv 5^1, 6 \equiv 5^2, 7 \equiv 5^6, 9 \equiv 5^5, 11 \equiv 5^3, 16 \equiv 5^7, 17 \equiv 5^4\}(mod\,19).$$

Далі обчислюємо ваги розрядів ІКМК за формулою:

$$\kappa_i = \begin{cases} b_{l+1} - b_i, i = 1,2,...,n-1 \\ b_1 - b_n, i = n \end{cases} (mod\,W_n) \qquad (1)$$

Це буде набір ваг (3, 1, 1, 1, 2, 2, 5, 1, 3), який утворює ІКМК з параметрами n=9, $N=3$, W_n=19.

Для побудови повної сім'ї ідеальних монолітних кільцевих кодів скористаємося методом твірних елементів. Суть методу така:

1. Задати параметри n та N.
2. Знайти число $n-(N+1)$. Якщо воно просте, то є твірним елементом, і треба перейти до кроку 4. Якщо ні, то перейти до кроку 3.
3. Відшукати прості дільники числа $n-(N+1)$ і всі їх степені від 0 до $n-1$. Далі порівняти їх степені за модулем W_n і знайти однакові. Якщо це буде множина чисел, то вибрати найменше просте серед них. Знайдене число і буде твірним елементом.
4. Знайти степені твірного елемента, починаючи з нульового до $n-1$.
5. Упорядкувати всі степені за зростанням.
6. За формулою (3.1) обчислити ваги розрядів ІКМК.

Нехай необхідно побудувати ІКМК з параметрами n=11, $N=4$, W_n=23, тоді $n-(N+1)$=6. Оскільки це число не просте, то знаходимо прості дільники числа 6, це 2 та 3. Знаходимо всі степені чисел 2 і 3 від нульового до десятого за модулем W_n=23:

$$\left.\begin{array}{ll} 2^0\equiv 1 & 3^0\equiv 1 \\ 2^1\equiv 2 & 3^1\equiv 3 \\ 2^2\equiv 4 & 3^2\equiv 9 \\ 2^3\equiv 8 & 3^3\equiv 4 \\ 2^4\equiv 16 & 3^4\equiv 12 \\ 2^5\equiv 9 & 3^5\equiv 13 \\ 2^6\equiv 18 & 3^6\equiv 16 \\ 2^7\equiv 13 & 3^7\equiv 2 \end{array}\right\}(mod\,23)$$

$$\begin{array}{ll} 2^8\equiv 3 & 3^8\equiv 6 \\ 2^9\equiv 6 & 3^9\equiv 18 \\ 2^{10}\equiv 12 & 3^{10}\equiv 8 \end{array}$$

Порівнюючи степені за модулем 23, бачимо, що однаковими є 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 13, 16, 18. Оскільки числа 2 і 3 не задовольняють теореми 1, бо 2<4 та 3<4, то твірним елементом буде число 13. Упорядкувавши степені твірного елемента за модулем 23, отримаємо послідовність: {1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 13, 16, 18}. Із цієї послідовності за формулою (1) визначаємо ваги розрядів ІКМК з параметрами n=11, $N=4$, W_n=23: (1, 1, 1, 2, 2, 1, 3, 1, 3, 2, 6).

На основі цього алгоритму побудуємо ІКМК з параметрами n=10 і N=4.

Знаходимо число $n-(N+1)$=5. Оскільки воно просте, то знайдемо всі упорядковані за зростанням степеня числа $5(mod\,19)$:

$$\{1\equiv 5^0, 4\equiv 5^8, 5\equiv 5^1, 6\equiv 5^2, 7\equiv 5^6, 9\equiv 5^5, 11\equiv 5^3, 16\equiv 5^7, 17\equiv 5^4, 19\equiv 5^9\}(mod\,19)$$

За формулою (1) отримаємо таку послідовність ваг розрядів (1,1,1,2,2,5,1,2,1,3), яка відповідатиме коду з параметрами n =10 і N =4.

Висновок

Метод побудови ІКМК на основі твірних елементів дає змогу порівняно просто і швидко обчислити значення ваг цифрових розрядів ІКМ коду та збільшити діапазон вибору параметрів коду.

1. Різник В.В. Синтез оптимальних комбінаторних систем. – Львів: Вища школа, 1989. – 168 с. 2. Велика О. Агебро-графові моделі синтезу числових кодів з кільцевою структурою: дис. канд. техн. наук: 01.05-02. – Львів, 2006. – 179 с. 3. Холл М. Комбинаторика. – М: Мир, 1970. – 424 с.

УДК 004.932.2

Р. Мельник, І. Кожух
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра програмного забезпечення

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ МАТЕРІАЛУ ЗА СТАТИСТИЧНИМИ ОЗНАКАМИ ЗОБРАЖЕННЯ

Наведено результати дослідження оцінювання якості поверхні матеріалу за допомогою статистичних ознак зображення, зокрема розподіленої дисперсії, дисперсії силуетів та знімків. За базовий інструмент дослідження прийнято пакет визначення статистичних ознак візуальних образів.

Ключові слова: зображення, дисперсія, силует, поверхня, клас обробки, статистичні ознаки текстури.

The paper contains the results of material surface evaluation using statistical features of an image, in particular, using the distributed dispersion, dispersion of silhouettes and intensity pictures. The package of visual images feature extracting is considered as basic research tool.

Key words: image, dispersion, silhouette, surface, processing class, statistical texture features.

Вступ

Дослідження текстур відіграє важливу роль в обробленні зображень [1–5], зокрема для вивчення структурних особливостей оброблюваних поверхонь (шліфування, фрезерування) за допомогою статистичних методів, а саме: підходу матриці кореляції [1], матриці відстаней [2], властивостей фракталів [3], розподілу ймовірностей реакцій фільтра [4], просторового розподілу рівнів сірого [5]. Параметри матриць пов'язані з параметрами поверхні, а різні функції використовують для класифікації поверхонь.

Особливістю цієї роботи є застосування простих статистичних ознак зображень для оцінювання ступеня обробки поверхні матеріалів, представлених відповідними зразками.

Метою роботи є дослідження залежностей значень розподіленої дисперсії від якості зображення та структурних змін на образах. Розроблено програмний засіб, який дає змогу візуально зафіксувати різницю між зображеннями поверхонь, обробленими шліфувальними інструментами, що відрізняються величинами зерна.