

ПОЛІ- ТА МОНОУНІТАРНІ ЛОГІКО-ЧАСОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ В ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ БУРОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Г.Я.Ширмовський, Н.Г.Ширмовська, Г.І.Левицька, А.Ю.Левицький

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел.(03422) 49358

e-mail: galew@ukr.net

Запропонована оптимізована процедура множення двох чисел шляхом використання трьох модифікацій системи числення залишкових класів: моноунітарної згортки, нормалізованого представлення кодових послідовностей, поліунітарного перетворення. Показано, що моноунітарні логіко-часові ущільнення інформації володіють властивостями реального часу при формуванні, передачі і відображенні повідомлень як в передавальній, так і в приймальній апаратурі.

Предложена оптимизированная процедура умножения двух чисел с использованием модификаций системы исчисления остаточных классов: моноунитарной свертки, нормализованного представления кодовых последовательностей, полиунитарного представления. Показано, что моноунитарные логико-временные уплотнения информации обладают свойствами реального времени при формировании, передаче и отображении сообщений как в передающей, так и в приемной аппаратуре.

In the article offered optimized procedure of multiplication of two numbers with the use of modifications of the system of calculus of residual classes: monounitary compression, normalized presentation of code sequences, poliunitary presentation. It is shown that the monounitary logical-and-temporal compressions of information possess properties of the real time at forming, transmission and reflection of reports both in transmitting and in receiving equipment.

Теорія ідентифікації станів стаціонарних об'єктів базується на фундаментальних положеннях теорії інформації, теорії випадкових процесів, теорії марійських процесів, теорії ймовірностей. При цьому рішення задач діагностики складних промислових об'єктів, як правило, обмежується стаціонарними класами об'єктів. Ці обмеження не дозволяють аналізувати перед аварійні та аварійні стани об'єктів, які характеризуються квазістаціонарними та стаціонарними характеристиками. Недостатній розвиток теорії квазістаціонарних об'єктів історично обмежувався відсутністю потужних обчислювальних засобів та програмного забезпечення. Важливим інструментом для успішного розвитку таких задач є широке застосування нових теоретико-числових базисів Хаара, Уолта, Крестенсона, Галуа, які дозволяють реалізувати нові ефективні алгоритми та засоби діагностування квазістаціонарних об'єктів в реальному масштабі часу. Особливу актуальність набуває вирішення задач даного класу на основі теорії залишків базису Крестенсона, вертикальної інформаційної технології базису Галуа та логіко-статистичних інформаційних моделей, які можуть бути ефективно реалізовані на основі програмно-апаратних спеціалізованих процесорів.

Використання апріорних відомостей про характер і властивості пристроїв ущільнення інформації в інформаційно-вимірювальних системах буріння дає змогу оптимізувати і спростити структуру схем множення. Зокрема, умовами перетворення накладаються на властивості співмножників такі обмеження:

$$0 \leq y_{ij} \leq P_j - 1; 0 < B_i \leq \tau - 1;$$

де: y_{ij} – поточна ордината; B_j та P – відповідно базисне число та модуль кодування системи числення залишкових класів (СЗК), що визначає їх позитивність і цілочисельність. Так, для три каналної системи попарні суми тривалості передачі y_1, y_2, y_3 можна записати як

$$\begin{aligned} \tau_1 + \tau_2 &\leq t_1 \wedge t_2 = c_{12}; \\ \tau_2 + \tau_3 &\leq t_2 \wedge t_3 = c_{23}; \\ \tau_1 + \tau_3 &\leq t_1 \wedge t_3 = c_{13}. \end{aligned} \quad (1)$$

Вказані обмеження, а також наявність модулів операції у виразі (1) визначає низку додаткових вимог алгоритму множення. Однією з таких вимог є виключення надмірності виконання операції підсумовування парних за модулем.

Вказана вимога визначає необхідність заміни операції множення операцією додавання вирахувань парних за модулем:

$$N_i = \sum_{j=1}^k a_j \pmod{\tau}, \quad (2)$$

де

$$a_j = y_{ij} \cdot B_j \pmod{\tau}. \quad (3)$$

Можна показати, що така заміна призводить до збільшення швидкодії пристроїв ущільнення інформації.

Особливістю алгоритму (2) є невиконання умов $i - j = x_i = const$ у випадку накопичення вирахувань, тому його реалізація (без урахування модульних операцій) якнайповніше описується виразом

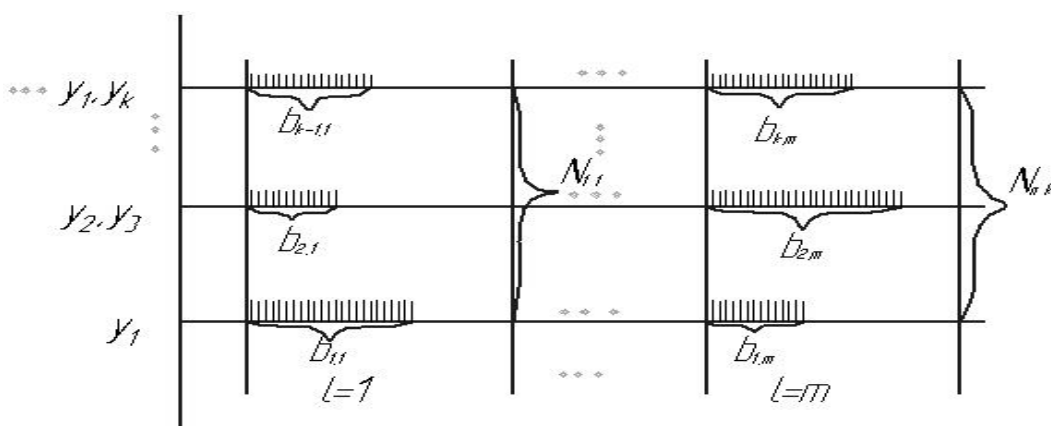


Рисунок 1 — Поліунітарне перетворення СЗК

$$x_i x_j = \sum_{i=x_i}^{x_i+x_j} \sum_{j=1}^{x_j} (i-j). \quad (4)$$

В окремому випадку, якщо змінні $a_j \pmod{\tau}$ представляються двійковим кодом, алгоритм множення з врахуванням (4) стосовно пристроїв ущільнення вимірювальної інформації набуває вигляду:

$$N_i \equiv \left[\sum_{j=1}^k \sum_{s=0}^n a_{js} \cdot 2^s \pmod{\tau} \right] \pmod{\tau}, \quad (5)$$

де: n – знаходиться з рівняння

$$n = \overset{\vee}{E}[\log_2 \tau - 1]$$

$\overset{\vee}{E}$ – знак цілочислової функції вигляду

$$\overset{\vee}{E}[x] = \begin{cases} \overset{\vee}{E}[x] = x, x \equiv 0 \pmod{1} \\ \overset{\vee}{E}[x] = x, x \neq 0 \pmod{1} \end{cases}$$

a_{ij} – двійкова змінна з набору $\{0,1\}$.

Оптимізована процедура множення двох чисел була використана в трьох модифікаціях СЗК-перетворення логіко-часового ущільнення інформації:

– моноунітарної згортки [1] за залежністю

$$N_i = \text{res} \sum_{j=1}^k a_{ij} \pmod{\tau}; \quad (6)$$

– нормалізованому представленні кодових послідовностей [2]

$$[N_i]_0 = \sum_{j=1}^k b_j [B_j]_0 \pmod{1}, \quad (7)$$

де $[B_j]_0 = [m_j / b_j]$ – нормалізоване представлення базисного числа для j -го каналу, причому m_j задовольняє рішення рівняння

$$m_j \text{res} \frac{\tau}{P_j} \pmod{P_j} = 1 \pmod{P_j}, \quad (8)$$

де $\tau = 2^k - 1$; k – кількість розрядів дробової частини числа $[N_i]_0$ у двійковому представленні;

– поліунітарному перетворенні за схемою [3] (рис. 1):

$$A_{j\max} = l P_{j\max}, l = \overline{1, m}; \tau = \prod_{j=1}^k P_j;$$

$$0 \leq y_{ij} < A_{j\max}, i = \overline{1, n};$$

$$N_i = \text{res} \sum_{j=1}^k b_{ij} B_j \pmod{\tau};$$

$$0 \leq b_{ij} < P_{j\max}; y_{ij} = \sum_{i=1}^n b_{ij}.$$

Причому в k -ому каналі на інтервалі часу $\overline{1, k}$ при обчисленні N_i значення вирахувань b_j слід замінити рангами ординат R_j обчислених із залежності

$$y_{ij} = b_{ij} + R_j P_j,$$

що дає змогу домогтися значного ущільнення об'єму повідомлень на інтервалі часу $k+1, n$ до величини P_k^{k-1} [3], де P_k – модуль кодування k -тої групи значень.

Кожна з модифікацій СЗК-перетворення при апаратурній реалізації вимагає оптимізації параметрів кодування.

Переведення значень y_{ij} позиційної системи числення в СЗК – формула N_i (6) здійснюється за допомогою набору констант, що є еквівалентами степенів P_j - підстав позиційної системи числення. Забезпечення однозначності процедур кодування-декодування досягається шляхом вибору P_j у вигляді набору взаємно простих чисел [4]. При цьому складність рішення системи рівнянь

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=1}^k B_j &\equiv 1 \pmod{\tau} \\ B_j &\equiv 1 \pmod{\tau} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

для вибору значень базисних чисел B_j значно спрощується, якщо апріорно відомі $\delta_j = \tau / p_j$.

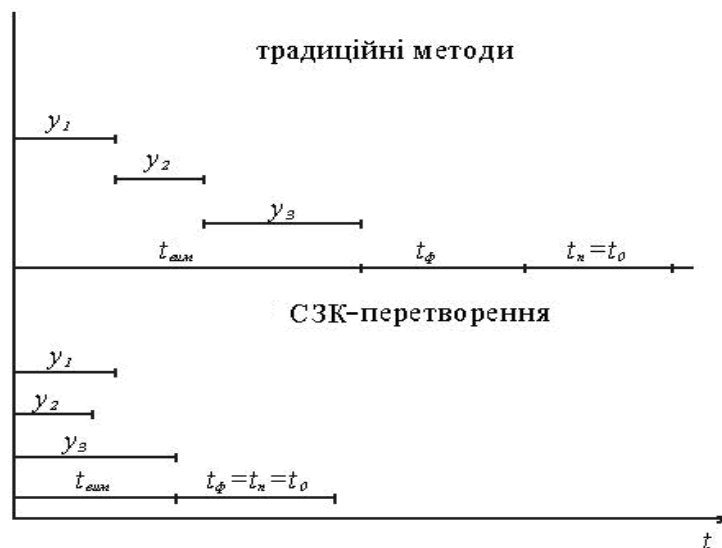


Рисунок 2 — Часові витрати на відбір, формування, передачу і відображення інформації

Тоді базисні числа СЗК-формування N_i обчислюються за залежністю $B_j = m_j \cdot \delta_j$.

Моноунітарні логіко-часові СЗК-ущільнення інформації порівняно з традиційними способами кодування інформації в ІВС бурових виробництв володіє властивістю реального часу при формуванні, передачі і відображенні повідомлень як в передавальній, так і в приймальній апаратурі. На рис. 2 зображена діаграма часових затрат на процес вимірювання k -параметрів технологічного процесу буріння. Дійсно, за рахунок незалежного паралельного процесу вимірювання контрольованих параметрів, час вимірювання всіх k -параметрів не перевищує часу вимірювання найбільшого них в даний момент часу. СЗК-перетворення забезпечує незалежну логіко-часову згортку k -параметрів в одне кодове число N_i , що надає йому однієї важливої властивості – неадаптивності, тобто можливості вести формування кодового слова N_i незалежно від черговості отримання парних $y_{ij} B_j$ (6). Підсумовані за спільним модулем кодування τ парні $y_{ij} B_j$ дають унітарні відліки N_i і можуть бути передані каналом зв'язку на рівні бурової, а також декодовані в послідовність дискретних відліків величин технологічних параметрів буріння для їх паралельного відображення. Оскільки формування і відображення в логіко-часовому перетворенні СЗК ведеться незалежно по кожному з параметрів за його власним модулем кодування P_j , метод володіє властивістю незалежності перетворення кожним з каналів і дає змогу використовувати глибоке розпаралелювання на всіх стадіях кодування, відбору, перенесення і відображення інформації. Крім того, якщо прийняти рівними час формування, перенесення і відображення інформації в традиційних способах і СЗК-перетворення, то забезпечується значний виграш в часі на користь СЗК (рис. 2).

В [5] показано, що описаний спосіб має коефіцієнт стиснення 1.2-1.7, залежний від числа каналів і величини модулів кодування. Коефіцієнт ефективності часових за зміною і передачею в порівнянні з відомими системами [5] можна виразити

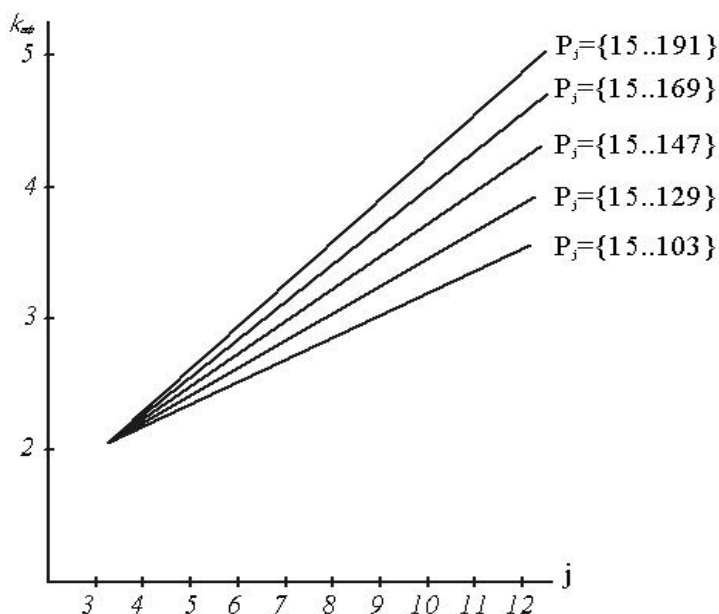
$$K_{ef} = \frac{\sum_{j=1}^k t_j + t_n}{T + t},$$

де: t_j – час вимірювання в j -ому каналі; t_n – час передачі; T – час вимірювання j -ого параметра з максимальним значенням у даний момент часу.

На рис. 3 зображена залежність K_{ef} від числа каналів зв'язку і набору модулів кодування.

Важливою властивістю логіко-часового перетворення СЗК є те, що кодове число N_i несе інформацію про технологічний стан установки буріння у фіксований момент часу $i = 1, 2, 3, \dots, n$ по всьому набору технологічних параметрів, незміщених в часі один одного (рис.2). Таким чином, термін "стан установки буріння" повністю отожднюється з поняттям інформаційно-технологічного стану контрольованого об'єкта в будь-якому з часових інтервалів, обумовлених системним параметром дискретизації 2.4 с.

Нормалізоване логіко-часове перетворення СЗК розроблялося з метою безпосереднього стикування апаратури кодування з типовими обчислювальними засобами. Виникла необхідність визначення числової величини помилки обчислення кодового числа $[N_i]_0$ та визначення залежності між параметрами кодування і кількістю розрядів, необхідних для $[N_i]_0$ за якого досягається однозначність представлення інформації. Однозначність представлення $[N_i]_0$ досягається, якщо величина помилки обчислення кодового числа задовольняє умові [6]

Рисунок 3 — Залежність $K_{эф}$ від числа каналів зв'язку j і набору модулів кодування

$$\left| \sum_{j=1}^k b_{ij} \delta_j \right| < \frac{1}{2\tau},$$

де δ_j – помилка округлення, $j=\overline{1, k}$.

Поліунітарне логіко-часове перетворення СЗК базується на основних принципах і параметричних моделях моноунітарної СЗК-згортки повідомлень. Проте, необхідність використання високошвидкісних каналів зв'язку для моноунітарної СЗК-перетворення у разі збільшення числа каналів зв'язку, а також у випадку зростання значень модулів кодування, вимагала пошуків ефективніших модифікацій СЗК-перетворень. Відмічені в роботі [7] властивості скорочення довжини двійкового представлення кодового слова Ni на 1-2 розряди при розбитті модулів кодування на групи дрібних (причому

$p_j = \prod_{l=1}^m p_l$) призвело до створення ефективного поліунітарного перетворення СЗК. Перешкодою широкому застосуванню поліунітарного СЗК- кодування виявилися обмежені можливості ефективного підбору модулів кодування відповідно до умови їх взаємної простоти. Таким чином, серед різних модифікацій СЗК-перетворень найбільш ефективними для концентрації повідомлень слід вважати моноунітарне і поліунітарне перетворення.

Література

1 Распределение регулярных потоков сообщений в информационных системах / [Амебраев В.М., Васильев В.И., Гуревич И.М., Пек И.Т.]. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1980. – 144 с.

2 Николайчук Я.Н. Компактное кодирование сообщений в многоуровневой системе баз данных / Николайчук Я.Н., Ширмовский Г.Я., Процюк В.Р. – УсиМ, 1984. – №1. – С.102-107.

3 Николайчук Я.Н. Эффективное кодирование суточного рапорта бурового мастера для формализованного ввода в ЭВМ / Николайчук Я.Н., Процюк В.Р., Ширмовский Г.Я. // Экспресс-информация. – М.: ВНИИОЭНГ, Сер. Экономика и управление. – 1986. – Вып. 7. – С. 29-33.

4 Волстроны – элементная база оптоволоконных линий связи терминальных устройств. ЕС ЭВМ / [Носов Ю.Р. и др.] – В кн.: Оптоэлектронные устройства в приборостроении и информатике: Тезисы докладов Всесоюзного семинара по оптоэлектронике. – Тбилиси, 1985. – С.19-21.

5 Николайчук Я.Н. Многоканальная система волоконно-оптической связи с уплотнением данных в унитарном коде СОК / Николайчук Я.Н., Ширмовский Г.Я. – В кн.: Оптоэлектронные устройства в приборостроении и информатике: Тезисы докладов Всесоюзного семинара по оптоэлектронике. – Тбилиси, 1985. – С.280-282.

6 А.с. 1012312 СССР, МКИ³ В 25 J 15/00. Устройство для передачи информации / Крикун З.Н., Николайчук Я.Н., Ширмовский Г.Я. (СССР). – №231476/24-07; заявл. 25.10.81; опубл. в Б.И. 15.05.83, Бюл. № 14.

7 Ширмовский Г.Я. Помехоустойчивость кодирующих устройств в модульной системе чисел / Ширмовский Г.Я. – Киев, Техника, 1977. – С. 123. – (В сб.: Элементы АСУ в нефтяной промышленности).

Стаття поступила в редакційну колегію
26.12.08

Рекомендована до друку професором
Л. М. Заміховським