

Секція 2. Спеціалізовані комп'ютерні системи

УДК 682.31

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ СПЕЦПРОЦЕСОР ОПРАЦЮВАННЯ ЦИФРОВИХ ПОТОКІВ ДАНИХ З РОЗПАРАЛЕЛЕНИМИ ОПЕРАЦІЯМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СИСТЕМ АВАРІЙНОГО СПОВІЩЕННЯ НАФТОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ

Албанський І.Б.

Тернопільський національний економічний університет, к.т.н.

Аналіз сучасних розробок у напрямку цифрових кореляційних процесорів та спецпроцесорів, які широко використовуються у різних сферах промисловості, показує їх практичну значущість при рішенні широкого спектру задач опрацювання та обробки цифрових потоків даних [1]. При чому найбільш важливими параметрами таких програмно-апаратних обчислюваних засобів є максимальна швидкодія, низька апаратна складність, висока інформативність. Ці характеристики відповідно впливають на їх габарити, вартість, експлуатаційні характеристики надійності, прямим чином пов'язані з їх існуючою високою ціною (понад 1 тис. у.о.). Своєчасна ідентифікація передаварійних та аварійних ситуацій на промислових установках та об'єктах дозволяє забезпечити зменшення економічних втрат, а також, в окремих випадках, запобігти виникненню екологічних катастроф. Особливо це стосується магістральних нафтогазових трубопроводів та продуктопроводів.

Актуальною задачею для розробки алгоритмів кореляційного опрацювання цифрових потоків даних є підвищення швидкодії та зменшення апаратної складності кореляторів, а також дослідження та розробка нових удосконалених архітектур таких спецпроцесорів на основі різних кореляційних функцій та теоретико-числових базисах. Це дає змогу ставити задачі удосконалення та розробки нових архітектур спецпроцесорів кореляційного опрацювання даних для різних сфер застосування у промисловості з особливими характеристиками.

Для вирішення актуальних задач у нафтопереробній галузі з впровадження сучасних розробок високопродуктивних кореляційних спецпроцесорів є можливість суттєво підвищити рівень систем, що відповідають за безпеку, а також моніторинг засобів контролю та перекачки нафтопродуктів. Прикладом такої розробки є комп'ютеризована системи діагностування витоків на основі кореляційних спецпроцесорів у магістральних продуктопроводах, структура технологічного обладнання якого приведено на рис. 1.

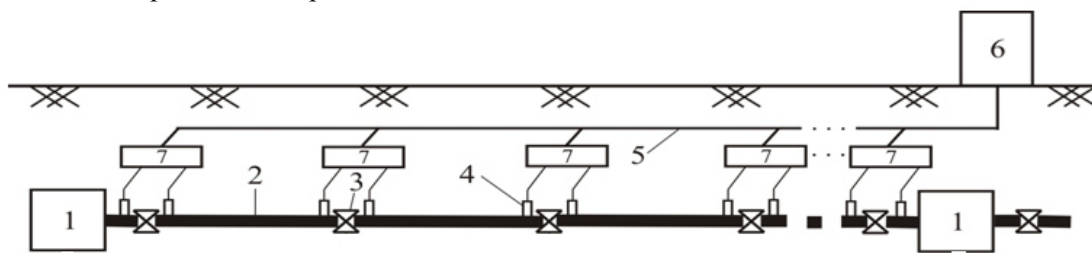


Рисунок 1 - Структура технологічного обладнання комп'ютеризованої системи діагностування витоків на основі кореляційних спецпроцесорів

В структуру технологічного обладнання комп'ютеризованої системи входить (рис. 1): 1 - ПНП (перекачуючи насосна станція); 2 – магістральний продуктопровід; 3 – дистанційно керована засувка; 4 – сенсор тиску; 5 – кабель ліній зв'язку; 6 – сервер диспетчерського пункту; 7 – високопродуктивний кореляційний спецпроцесор.

Відомі вісім аналітичних виразів [2] для розрахунку кореляційних функцій в яких використовуються знакові, центровані та нецентровані значення цифрових відліків, а також різні оцінки дискретних інтегралів (мультиплікативний, квадрат різниці, модульна різниця та еквівалентність). Різноманітність алгоритмів обчислення відповідних кореляційних функцій характеризуються різним ступенем інформативності, що дозволяє обґрунтувати сфери їх застосування в якості компонентів спецпроцесорів. Серед перерахованих кореляційних функцій

високим рівнем інформативності характеризується коваріаційна функція, яка обчислюється згідно виразу:

$$K_{xx}(j) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_i \cdot x_{i-j}, \quad j = 0, 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

де x_i , x_{i-j} - поточні та затримані на j тактів цифрові відліки вхідного аналогового процесу $x(t)$, N - число сумувань добутків в накопичувачах, n - число точок коваріаційної функції.

Формалізація методу обчислення коваріаційної функції кореляції представлено у вигляді кортежу функціоналів [3]:

$$F_K \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} F_1[x_i] \\ F_2[x_i \cdot 2^K] \\ F_3[S_j] \end{array} \right\} \Rightarrow F_4(S_j) \Rightarrow F_5(S_j/n) \Rightarrow K_{xx}(j)$$

- F_1 - перетворення аналогового сигналу в цифровий шляхом порозрядно зрівноважування та формування біт-орієнтованого коду цифрового значення x_i у базисі Радемахера;

- F_2 - формування компонентів добутків $x_i \cdot 2^K$ шляхом їх зсуву у бік старших розрядів;

- F_3 - виконання операцію сумування компонентів парних добутків $x_i + x_j$ для всіх точок кореляційної функції;

- F_4 - накоплює сумування добутків $P_{i,j}$ в комбінаційному або лінійному накоплюючому суматорі

$$S_j = \sum_{i=1}^n P_{i,j};$$

- F_5 - ділення отриманої суми S_j на об'єм вибірки n , яке виконується шляхом відкидання молодших розрядів коду S_j (у вигляді $(S_{n-1}, \dots, S_j, \dots, S_0)$).

Розроблений функціональний граф запропонованого методу визначення функцій коваріації $K_{xx}(j)$:

$$x_{i+j} = (a_{K-1,i+j}, a_{K-2,i+j}, \dots, a_{0,i+j}) \cdot 2^{K-1}, \quad K = 0, 1, 2, \dots,$$

$$x(t) \Rightarrow \left\{ \begin{array}{ll} b_{K-1}, & i=1 \quad S_{1j} = 0 + 2^0 \cdot x_{i+j} \\ b_{K-2}, & i=0 \quad S_{2j} = S_2 + 0 \cdot 2^1 \cdot x_{i+j}, \quad x_i(b_{K-1,i}, b_{K-2,i}, \dots, b_{0,i}) \\ \dots & \dots \\ b_0, & i=1 \quad S_K = S_{K-1} \cdot 2^{K-1} \cdot x_{i+j} \end{array} \right.$$

Представлений метод є основою для побудови схемотехнічної структури спецпроцесора визначення коваріаційної функції з глибоким розпаралеленням обчислюваних операцій та практичним вилученням зі складу процесора базового модуля цифрового перемножувача. Основою запропонованого методу поставлена задача вдосконалення та розробки багатоканального цифрового корелятора шляхом підвищення швидкодії та розширення функціональних можливостей [4].

Обчислення коваріаційної функції вдосконаленим багатоканальним цифровим корелятором підвищується його швидкодія по відношенню до класичних кореляторів, оскільки операції множення виконуються синхронно з формуванням бітів, починаючи зі старшого на виході перетворювача "аналог-код" послідовного наближення, тобто замість 2^k тактів обчислення відомого кореляційного спецпроцесора у запропонованій структурі виконується за k тактів, що дозволило із складу структури корелятора вилучити пристрій перемноження. Це дозволило покращити характеристики апаратної та часової складності багатоканального цифрового корелятора і розширити функціональні можливості.

Список використаних джерел

1. Николайчук Я.М. Теория джерел інформації. / Видання друге, виправлене/ Николайчук Я.М. - Тернопіль: ТзОВ "Терно-граф", 2010. - 536 с.
2. Албанський І.Б. Дослідження структури та системні характеристики компонентів кореляційного спецпроцесора у базисі Радемахера / Албанський І.Б. // Поступ в науку, Матеріали міжнародної проблемної наукової міжгалузевої конференції "Інформаційні проблеми комп'ютерних систем юриспруденції, енергетики, економіки, моделювання, та управління (ПНМК)" випуск №7. - Бучач. - 2011.- 9-12с.
3. Патент на корисну модель №73320 МПК G06F 17/15. Николайчук Я.М., Албанський І.Б./ Багатоканальний цифровий корелятор. - опубл. 25.09.2012, Бюл. №18.
4. Николайчук Я.М. Теория та принципи побудови спецпроцесора на основі базисів Радемахера, Крестенсона, Галуа / Николайчук Я.М., Круцкевич Н.Д., Король Р.І. Заставний О.М. // Контроль і управління в складних системах. (КУСС - 2003); Тези доповідей сьомої міжнародної науково - технічної конференції. - Вінниця.- «УНІВЕРСУМ - Вінниця».- 2003.- 114 с.