

ОЦІНКА ІНФОРМАТИВНОСТІ КОРЕЛЯЦІЙНИХ СПЕЦПРОЦЕСОРІВ

Николайчук Я.М.¹⁾, Кісіль Р.Л.²⁾

Тернопільський національний економічний університет

¹⁾ д.т.н., професор; ²⁾ студент

I. Постановка проблеми

Широке використання спецпроцесорів кореляційного опрацювання даних у сучасних телекомунікаційних та комп'ютерних системах передувало розробці оцінок ефективності використання алгоритмів процесорів обчислення кореляційних функцій. Кореляційні функції використовуються при реалізації цифрової згортки, цифрового приймання та виділення сигналу в умовах дії завад, кореляційного аналізу випадкових процесів та розпізнавання образів.

У роботі [1] приведені сім аналітичних виразів 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). Очевидно, що різні алгоритми обчислення відповідних кореляційних функцій будуть характеризуватися різним ступенем інформативності.

II. Мета роботи

Метою роботи є дослідження інформативності алгоритмів процесорів обчислення автокореляційних функцій.

III. Математичне обґрунтування оцінки інформативності алгоритмів кореляційного опрацювання даних

Оцінка інформативності цифрових алгоритмів кореляційних функцій визначається наявністю нулів в масивах дискретних даних впливає на характеристики інформативності та результат цифрового кореляційного опрацювання дискретних відліків на основі різних алгоритмів обчислення кореляційних функцій. На рис. 1 показана реалізація нецентрованого випадкового процесу (рис. 1а) та його центрованих значень (рис. 1б) у вигляді решітчатих функцій.

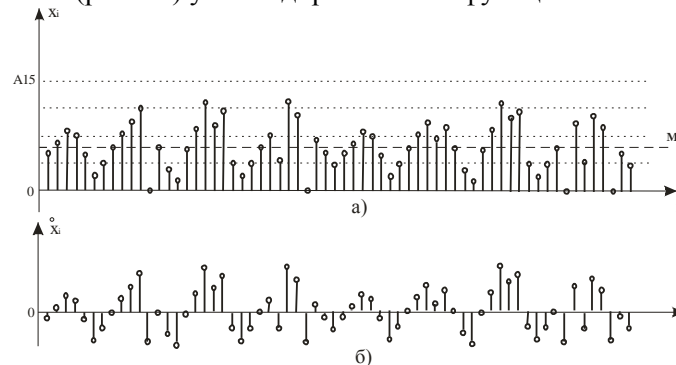


Рисунок 1 – Реалізація решітчастої функції випадкового процесу:

З рис. 1б видно, що потік центрованих значень $\overset{\circ}{x}_i$ випадкового процесу наближається до нормального закону розподілу, що найчастіше зустрічається в практиці, містить велике число нульових цифрових значень. Даний ефект, який виникає внаслідок анало-цифрового перетворення вхідних сигналів, найбільш негативно впливає на характеристики інформативності алгоритмів, які реалізують мультиплікативні дискретні інтеграли кореляційних функцій: $B_{xx}(j)$, $K_{xx}(j)$, $R_{xx}(j)$.

Алгоритм обчислення знакової кореляційної функції реалізується згідно виразу[2]:

$$H_{xx}(j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{sign}(\overset{\circ}{x}_i) \times \text{sign}(\overset{\circ}{x}_{i+j}), \quad (3)$$

де $\text{sign} \overset{\circ}{x}_i = \begin{cases} 1, & \overset{\circ}{x}_i \geq 0 \\ -1, & \overset{\circ}{x}_i < 0 \end{cases}$, $j \in \overline{0, m}$; m – величина зсуву, $\overset{\circ}{x}_i = x_i - M_x$; $M_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ – математичне

сподівання.

З метою виконання аналізу інформативності дискретних алгоритмів обчислень кореляційних функцій доцільно використати наступні оцінки:

1) число нульових елементів в решічатій функції центрованих або трансформованих значень відліків x_i , які приводять до зниження інформативності.

$$N_0[W_{xx}(j)] \leq 2i, Z_i = 0, i \in \overline{1, n},$$

де $Z_i = (x_i \vee x_i^0 \vee \text{sign} x_i^0 \vee Z_i^0)$, $W_{xx}(j)$ – одна з автокореляційних функцій.

2) число елементів у вибірці дорівнює числу i – тих значень не трансформованих або трансформованих цифрових відліків випадкового процесу:

$$N_0 = i, Z_i = 0, i \in \overline{1, n}, Z_i = (x_i \vee x_i^0 \vee \text{sign} x_i^0 \vee Z_i^0),$$

де Z_i – трансформоване значення x_i у виразі кореляційної функції, x_i^0 – центроване значення випадкового процесу, $\text{sign} x_i^0$ – знакова функція центрованих значень, Z_i^0 – значення "менше з двох" процесів.

При чому:

- число нульових елементів в алгоритма обчислення кореляційних функцій різних типів відповідає нерівності $N_{ij} \leq 2i$;

- число трансформованих значень вибірки випадкового процесу $N_T = 2N_0$;

- відносне число нульових та трансформованих елементів в обчисленні кореляційної функції до числа n об'єму вибірки:

$$V_0 = \frac{N_0}{n}, V_m = \frac{N_0}{m}, V_{0T} = \frac{N_T}{n}, V_{mT} = \frac{N_T}{m},$$

звідки інформативність кореляційного процесора можна оцінити за формулами:

$$k_i = n(N_0 + N_T), k_i^* = 1 - (V_0 + V_T),$$

де k_i – виражає втрату інформативності обумовлену загальною кількістю нульових елементів в алгоритмі обчислення кореляційної функції при заданому об'ємі вибірки n , k_i^* – нормований коефіцієнт інформативності інваріантний відносно об'єму вибірки.

На діаграмі рис.2 показані інформативності розглянутих кореляційних функцій.

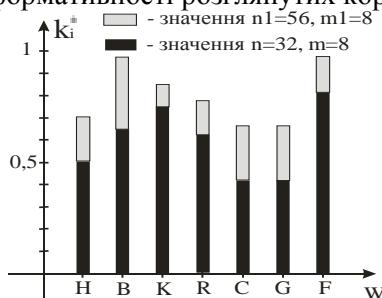


Рисунок 2 – Діаграма інформативності різних алгоритмів обчислення кореляційних функцій

Висновок

Приведені результати дослідження показують, що алгоритми обчислення кореляційної функції характеризуються різною інформативністю, що дозволяє встановити сфери їх застосування в якості компонентів комп'ютерних систем та спецпроцесорів спеціалізованих систем. Висока оцінка ефективності алгоритмів обчислення знакової та нормованої кореляційної функції забезпечує їх ефективне застосування для побудови процесорів спектрального аналізу. Висока ефективність кореляційної функції еквівалентності визначає особливу перспективу її застосування в якості кореляційних та спектральних спецпроцесорів, а також цифрових аналізаторів у Хемінговому просторі.

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 інформативності алгоритмів процесорів обчислення автокореляційних функцій / Албанський І.Б. // Вісник Тернопільського національного технічного університету. 2011. Том 16. №3. – С. 227-235.