

УДК 621.382

ЗМЕНШЕННЯ НАДЛИШКОВОСТІ ІНФОПОТОКІВ НА ОСНОВІ КОДОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ГАЛУА

Іляш Ю.Ю.

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
76000, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка 57
informatics@pi.if.ua
yurchukil@gmail.com*

В статтє исследовано ефективность адаптивной системы уменьшения избыточности сигналов на основе часовой привязки существенных отсчетов рекурсивными кодовыми последовательностями Галуа. Подано результати досліджень, обнаружены преимущества и недостатки исследуемой системы.

In the article investigational efficiency of the adaptive data compression system on the basis of sentinel attachment of the substantial counting out by the recursion code sequences of Galua. It is given the results of researches, found out advantages and lacks of the probed system.

Для визначення ефективності використання методів зменшення надлишковості інфопотоків в адаптивних системах зменшення надлишковості важливим є визначення об'ємів формованих повідомлень, за якими можна визначити коефіцієнт стиснення [1, 2]

$$k = \frac{V}{V_1}$$

де V – об'єм повідомлення до компресії;

V_1 – об'єм повідомлення після компресії.

При рівномірній дискретизації та квантуванню об'єм повідомлень можна визначити враховуючи кількість відліків та рівнів квантування (визначення об'єму за двійковими значеннями)

$$V = n * \text{roundup}[\log_2 A] \quad \text{біт} \quad (1)$$

де n – кількість відліків,

A – кількість рівнів квантування,

$\text{roundup}[\dots]$ – функція округлення до більшого цілого числа.

Аналогічно можна визначити об'єми скомпресованих даних. Але потрібно враховувати службову інформацію, яка вноситься в інформаційний потік. Під службовою інформацією розуміється номер істотного відліку, або час його появи. Відповідно формула знаходження об'єму набуде вигляду (2):

$$V_1 = n_i * (\text{roundup}[\log_2 A] + \text{roundup}[\log_2 n]) \quad \text{біт} \quad (2)$$

В адаптивних системах зменшення надлишковості інфопотоків при використанні рекурсивних кодових послідовностей (РКП) Галуа кожен мітку часу появи відліку можна передати одним бітом, і визначення об'єму повідомлення можна здійснити за наступною формулою (3)[3]:

$$V_1' = n_i * (\text{roundup}[\log_2 A] + 1) + (n - n_i) = n_i * \text{roundup}[\log_2 A] + n \quad \text{біт} \quad (3)$$

Таким чином отримано дві формули для визначення коефіцієнтів зменшення надлишковості:

$$k = \frac{V}{V_1} = \frac{n * \text{roundup}[\log_2 A]}{n_i * (\text{roundup}[\log_2 A] + \text{roundup}[\log_2 n])}$$

та

$$k_G = \frac{V}{V_1'} = \frac{n * \text{roundup}[\log_2 A]}{n_i * \text{roundup}[\log_2 A] + n}$$

Якщо коефіцієнти більші за одиницю то зменшення надлишковості ефективно, а коли менші за одиницю то збиткове.

При великій кількості істотних відліків отримується програш в об'ємах, формованих повідомлень, як в звичайних адаптивних системах зменшення надлишковості інфопотоків, так і в системах з Галуа прив'язкою, тобто об'єми формованих повідомлень після компресії більші, ніж об'єми вхідних даних.

Методи адаптивного зменшення надлишковості даних направлені на формування інфопотоків, об'єми яких менші за об'єми вхідних даних $V_1 < V$

$$\frac{n * \text{roundup}[\log_2 A] > n_i * (\text{roundup}[\log_2 A] + \text{roundup}[\log_2 n])}{\frac{n * \text{roundup}[\log_2 A]}{\text{roundup}[\log_2 n] + \text{roundup}[\log_2 A]} > n_i}$$

Таким чином, для ефективного використання адаптивних систем зменшення надлишковості повідомлень, необхідно щоб кількість істотних відліків не

первищувала $\left(\frac{n * \text{roundup}[\log_2 A]}{\text{roundup}[\log_2 n] + \text{roundup}[\log_2 A]} \right) / n \cdot 100\%$ від загальної кількості відліків.

В таблиці 1 наведена максимальна кількість відліків, при яких отримуються об'єми стиснутих повідомлень, менші за вхідні інфопотоки для 8 бітного квантування при різних частотах дискретизації.

Таким чином, для ефективного використання звичайних адаптивних систем зменшення надлишковості необхідно, щоб кількість істотних відліків не перевищувала половини від загальної кількості відліків. І зі збільшенням частоти дискретизації відсоток зменшується.

Таблиця 1

Частота дискретизації	Кількість відліків	Відношення мінімальної кількості відліків до частоти дискретизації, (у відсотках)
512	240	47
1024	455	44
2048	862	42
4096	1638	40
16 384	5957	36
32768	11397	34
65536	21845	33

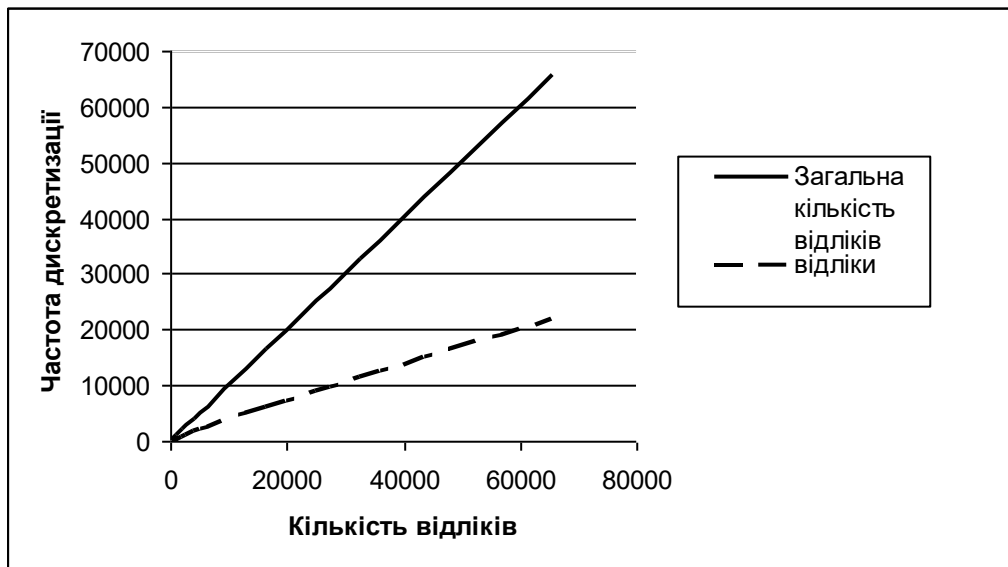


Рисунок 1 - Залежність кількості істотних відліків від частоти дискретизації в звичайних адаптивних системах зменшення надлишковості інформації

На рис.1 зображена графічна залежність між частотою дискретизації та кількістю істотних відліків, необхідних для того, щоб $k > 1$. При збільшенні частоти дискретизації, яка може бути зумовлена параметрами вхідного повідомлення у зв'язку з високою динамічністю, звичайні адаптивні системи зменшення надлишковості інфопотоків мають низьку ефективність.

При використанні адаптивних систем зменшення надлишковості з використанням Галуа прив'язок відліків необхідно, щоб $V > V_1'$

$$n \cdot \text{roundup}[\log_2 A] > n_i \cdot \text{roundup}[\log_2 A] + n \frac{n \cdot (\text{roundup}[\log_2 A] - 1)}{\text{roundup}[\log_2 A]} > n_i$$

Таким чином, для ефективного використання адаптивних систем зменшення надлишковості повідомлень з прив'язкою відліків РКП Галуа необхідно, щоб кількість істотних відліків не перевищувала $\left(\frac{n \cdot (\text{roundup}[\log_2 A] - 1)}{\text{roundup}[\log_2 A]} \right) / n \cdot 100\%$ від загальної кількості відліків

В таблиці 2 наведена максимальна кількість відліків, при яких отримуються об'єми стиснутих повідомлень, менші за об'єми вхідних даних для 8-бітного квантування при різних частотах дискретизації для адаптивних систем зменшення надлишковості з прив'язкою відліків РКП Галуа

Таблиця 2

Частота дискретизації	Кількість відліків	Відношення максимальної кількості відліків до частоти дискретизації, (у відсотках)
512	448	87,5
1024	896	87,5
2048	1792	87,5
4096	3584	87,5
16 384	1433	87,5
	6	
	2867	87,5
32768	2	
65536	5734	87,5

Дослідження показало, що використання рекурсивних кодових послідовностей Галуа для прив'язки істотних відліків до часу їх появи дозволяє отримати повідомлення менших об'ємів при великих кількостях істотних відліків.

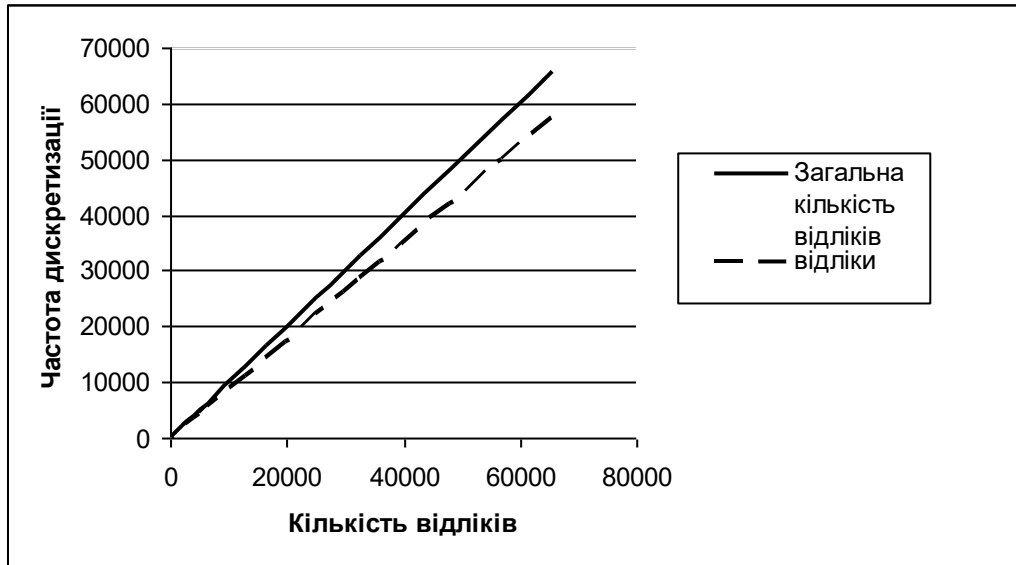


Рисунок 2 - Залежність кількості істотних відліків від частоти дискретизації в адаптивних системах зменшення надлишковості інформації з використанням РКП Галуа для прив'язки істотних відліків до часу появи

На рис. 2 зображена графічна залежність між частотою дискретизації та кількістю істотних відліків, необхідних для того, щоб $k_G > 1$.

Таким чином використання адаптивних систем зменшення надлишковості інфопотоків з прив'язкою істотних відліків РКП Галуа до часу їх появи в 2-3 рази ефективніше, ніж використання звичайних адаптивних систем зменшення надлишковості. Причому отримати високі коефіцієнти зменшення надлишковості можна і при великій кількості істотних відліків, чого не можна отримати в звичайних адаптивних системах.

Слід також звернути увагу і на мінімальну кількість істотних відліків, адже при малих кількостях можна отримати повідомлення більших об'ємів при використанні формули (2). В цьому випадку задача визначення ефективності використання РКП Галуа в адаптивних системах зменшення надлишковості інфопотоків полягає в розв'язанні наступної задачі: при яких мінімальних значеннях n_i об'єм формованих повідомлень V_1' буде меншим за об'єм повідомлень V_1 .

Здійснимо заміну $n_i = k * n$ в формулах (1) і (2):

$$V_1 = k * n * (\text{roundup}[\log_2 A] + \text{roundup}[\log_2 n]) = n * (k * \text{roundup}[\log_2 A] + k * \text{roundup}[\log_2 n])$$

$$V_2 = k * n * \text{roundup}[\log_2 A] + n = n * (k * \text{roundup}[\log_2 A] + 1)$$

Знайдемо різницю $V_2 - V_1$:

$$\begin{aligned} V_2 - V_1 &= n * (k * \text{roundup}[\log_2 A] + 1) - n * (k * \text{roundup}[\log_2 A] + k * \text{roundup}[\log_2 n]) = \\ &= n * (k * \text{roundup}[\log_2 A] + 1 - k * \text{roundup}[\log_2 A] - k * \text{roundup}[\log_2 n]) = \\ &= n * (1 - k * \text{roundup}[\log_2 n]) \end{aligned}$$

Для того щоб використання Галуа прив'язок було ефективнішим, необхідно, щоб різниця $V_2 - V_1$ була меншою від нуля, тобто $n * (1 - k * \text{roundup}[\log_2 n]) < 0$.

Оскільки загальна кількість відліків завжди більша за нуль $n > 0$, то $1 - k * \text{roundup}[\log_2 n] < 0$

$$k > \frac{1}{E^{\lceil \log_2 n \rceil}},$$

або

$$n < n_i \cdot E^{\lceil \log_2 n \rceil}, \quad n_i > \frac{n}{\text{roundup}[\log_2 n]}$$

Таким чином, для ефективного використання адаптивних систем зменшення надлишковості повідомлень з Галуа прив'язкою істотних відліків, необхідно, щоб кількість істотних відліків складала не менше, ніж $\left(\frac{n}{\text{roundup}[\log_2 n]}\right) / n \cdot 100\%$ від загальної кількості відліків. Зрозуміло що вона залежить від частоти дискретизації, і зі збільшенням частоти відсоток буде зменшуватись.

В таблиці 3 подано мінімальну кількість істотних відліків, при якій використання Галуа прив'язки відліків є ефективнішим за звичайні системи адаптивного зменшення надлишковості при різних частотах дискретизації.

Таблиця 3

Частота дискретизації	Кількість відліків	Відношення мінімальної кількості відліків до частоти дискретизації, (у відсотках)
512	57	11
1024	102	9
2048	186	9
4096	341	8
16 384	117	7
	0	
32768	218	6
	4	
65536	409	6
	6	

Таким чином, якщо кількість істотних відліків перевищує отримані значення, то при використанні досліджуваної адаптивної системи зменшення надлишковості інфопотоків можна одержати кращі показники ефективності, ніж при використанні звичайних адаптивних систем зменшення надлишковості інфопотоків.

Аналіз адаптивної системи зменшення надлишковості інфопотоків із часовою прив'язкою істотних відліків рекурсивними кодовими послідовностями Галуа до часу формування дискретів дозволив виявити, що при значній кількості істотних відліків ця система є ефективнішою за звичайні системи зменшення надлишковості в 1,7 – 2,7 рази. Дані дослідження не залежать від критеріїв визначення істотних відліків, тому результати є справедливими для довільних методів адаптивного зменшення надлишковості інфопотоків.

Література

1. Орищенко В.И. и др. Сжатие данных в системах сбора и передачи информации. - М.: Радио и связь, 1985. -184 с
2. Фомин А.А. Основы сжатия информации Санкт-Петербургский Государственный Технический университет. – Санкт-Петербург, 1998
3. Петришин Л.Б. Теоретичні основи перетворення форми та цифрової обробки інформації в базисі Галуа: Навч. посібник. – Київ:ІЗіМН МОУ, 1997. – 237 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії 10.06.2010 р.

*Рекомендована до друку професором
Л.Б. Петришином*