

Я.М. Николайчук, Н.Г. Яцків

Тернопільська академія народного господарства,
інститут комп'ютерних інформаційних технологій

МЕТОДИ СТИСНЕННЯ ДАНИХ В БАГАТОКАНАЛЬНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ КОДІВ ГАЛУА

© Николайчук Я.М., Яцків Н.Г., 2002

Запропоновано метод стиснення даних в багатоканальних системах збору та передачі технологічних даних на основі рекурентних послідовностей Галуа.

Data compression method on the basis of the Galois recurrent sequences is proposed.

Проблема стиснення даних в інформаційно-керуючих системах з кожним роком стає все актуальнішою. Зростають число потоків та об'єми даних і, відповідно, збільшується інформатизація суспільства. Зросли інтелектуальні можливості комп'ютерних систем для реалізації складних алгоритмів обробки інформації. Широке застосування отримали системи контролю об'єктів управління, які характеризуються квазістаціонарними властивостями, що вимагає адаптації інформаційної системи та застосування стиснення даних. Для вирішення цих проблем необхідно формалізувати системні параметри джерел інформації, оцінити ентропію, швидкість створення повідомлень, статистичні та семантичні характеристики джерел інформації.

Використання методів стиснення даних в системах контролю та управління технологічними об'єктами дає можливість знизити вимоги до пропускної здатності каналів зв'язку та об'єми запам'ятовуючих пристроїв. В той самий час використання вертикальної інформаційної технології (ВІТ) [1] дає можливість підвищити завадозахищеність передавання даних в низових комп'ютерних мережах та зменшити надлишковість даних в одноканальних [2] та багатоканальних системах контролю та управління промисловими об'єктами.

Однією із складних практичних задач на рівні розподілених комп'ютерних систем (РКС) є впровадження стандартних протоколів зв'язку між давачами технологічних параметрів, контролерами і ПК. Високий рівень промислових завод, а також вимоги підвищеної надійності і живучості РКС ставлять високі вимоги до протоколів фізичного рівня.

Основним недоліком стандартних протоколів є необхідність здійснення процедури бітстафінгу за рахунок незалежності кожного біта службових даних при реалізації флагів. Другим недоліком більшості існуючих протоколів є відсутність методів виключення неактивних джерел інформації в полі даних.

Властивості кодів Галуа, які визначають логічний зв'язок між різними елементами послідовності, відкривають нові можливості розробки методів стиснення даних та організації блокової і символної синхронізації в послідовних біт- та байт-орієнтованих потоках даних.

Структуру повідомлень багатоканальної системи можна подати матрицею

$$\begin{array}{c}
 N \\
 \left| \begin{array}{cccc}
 1 & X_{i,1}^* & X_{i+1,1} & \dots & X_{m1}^* \\
 2 & X_{i,2}^* & X_{i+1,2} & \dots & X_{m2}^* \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 j & X_{i,j}^* & X_{i+1,3} & \dots & X_{mj}^* \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 n & X_{i,n}^* & X_{i+1,n} & \dots & X_{mn}^*
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

де n – число каналів; m – число відліків; x_i^* – активний відлік; x_i – неактивний відлік.

Для зменшення надлишковості даних в багатоканальних системах, які необхідно передавати по каналах зв'язку, та формування послідовного біт-орієнтованого протоколу проводимо сканування паралельних каналів і вставляємо біт рекурентної послідовності Галуа G , – якщо відлік неактивний, або інвертований біт коду Галуа \bar{G} , – якщо відлік активний.

В результаті такого кодування формується такий потік даних:

$$CC \bar{G} X_{i1} \bar{G} X_{i2} \dots \bar{G} X_{ij} \dots G G G \cdot \bar{G} X_{i+1,n} \bar{G} X_{m1} \cdot G \dots G \cdot \bar{G} X_{mn} CC,$$

де CC – символи блокової синхронізації.

Коефіцієнт стиснення для запропонованого методу визначається за формулою

$$k_c = \frac{n \cdot m \cdot \hat{E}[\log_2 A]}{n \cdot m + (n \cdot m - f) \cdot \hat{E}[\log_2 A]},$$

де $\hat{E}[\cdot]$ – цілочисельна функція з округленням до більшого цілого; A – діапазон квантування; f – число неактивних відліків; n – номер каналу; m – число повідомлень n -го каналу.

На рис. 1 графічно зображені зміни коефіцієнта стиснення k_c від зміни розрядності відліків $g_1=8$; $g_2=16$; $g_3=24$ та кількості неактивних відліків $1 \leq f \leq 124$.

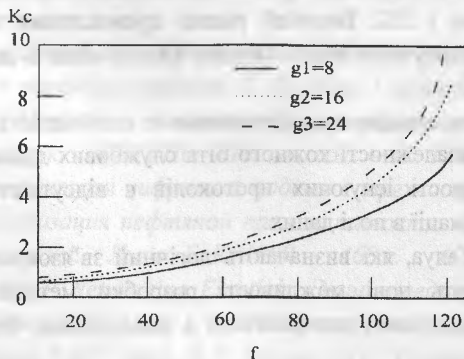


Рис. 1. Залежність стиснення даних від кількості неактивних відліків

З цього рисунка видно, що використання запропонованого методу є найбільш ефективним при кількості активних відліків менше 50%, тобто для об'єктів з невисокою динамікою.

Запропонований метод стиснення даних на основі базису кодів поля Галуа, які забезпечують адаптацію інформаційної системи до зміни станів джерел інформації та зміни їх статистичних характеристик в часі. Цей метод передбачає ефективне використання вертикальної інформаційної технології в автоматизованих розподілених системах, а також адаптивне та неадаптивне кодування інформаційних потоків.

Особливістю ВІТ є подання вимірюваного значення технологічного параметра в інтегральній формі [3] і заміною інтегральних значень бітами коду Галуа. Біти Галуа генеруються тільки при зміні інтегрального значення сигналу на один квант (рис. 2). В результаті кодування формується частотно-модульований потік даних.

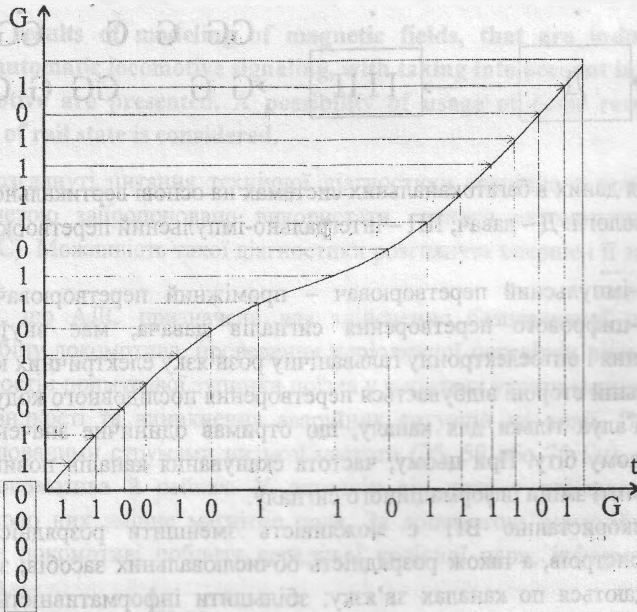


Рис. 2. Інтегральне подання даних в базисі Галуа

У багатоканальних системах контролю та управління на основі ВІТ (рис. 3) дані в каналах змінюються в різні моменти часу, що ускладнює використання стандартних комунікаційних пристроїв.

Для формування послідовного протоколу проводимо сканування паралельних каналів і замінюємо одиничними бітами, якщо відповідний канал змінив своє значення і нульовими бітами, якщо зміни не відбулося.

В результаті цієї заміни отримуємо такий послідовний потік даних:

CC 1110...0101 CC,

де CC - символи блокової синхронізації; 1 – активне значення відповідного каналу; 0 – неактивне значення каналу.

Розв'язати цю задачу можна також, якщо використати буферний запам'ятовуючий пристрій, в якому зберігаються останні n – розрядів послідовності Галуа кожного каналу і передаються в канал зв'язку у визначені моменти часу або за запитом з центральної ЕОМ, але при цьому відбувається старіння інформації.

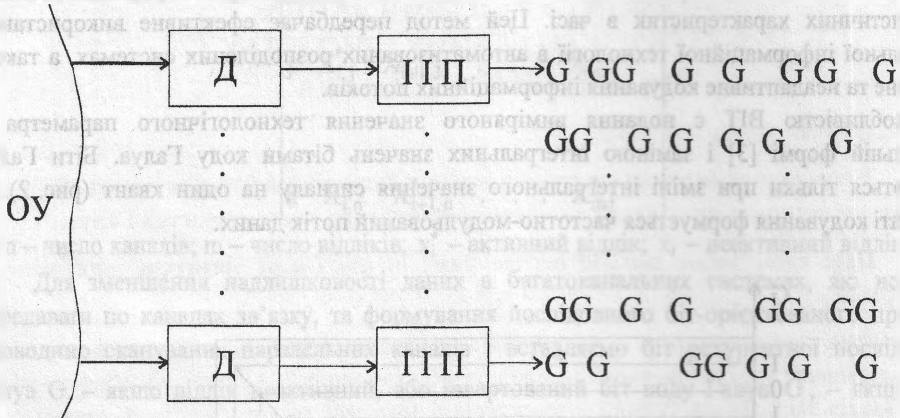


Рис. 3. Кодування даних в багатоканальних системах на основі вертикальної інформаційної технології: Д – давач; ІІП – інтегрально-імпульсний перетворювач

Інтегрально-імпульсний перетворювач – проміжний перетворювач, який виконує функції аналого-цифрового перетворення сигналів давача, має внутрішню пам'ять, автономне живлення і оптоелектронну гальванічну розв'язку електричних кіл.

На приймальній стороні відбувається перетворення послідовного коду в паралельний і формується біт Галуа тільки для каналу, що отримав одиничне значення сигналу, яке відповідає активному біту. При цьому, частота сканування каналів повинна дорівнювати максимальній частоті зміни інформаційного сигналу.

Завдяки використанню ВІТ є можливість зменшити розрядність приймально-передавальних пристроїв, а також розрядність обчислювальних засобів; зменшити об'єми даних, що передаються по каналах зв'язку; збільшити інформативність даних, завдяки інтегруванню значення параметра; обчислювати миттєве значення параметра шляхом обчислення різниці між двома сусідніми інтегральними значеннями.

1. Николайчук Я.М. Основи побудови обчислювальних систем на базі вертикальної інформаційної технології // Тези науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу. – Івано-Франківськ, 1999. – С.90 – 92.
2. Яцків Н.Г. Методи стиснення даних в інформаційно-керуючих системах // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Технічна кібернетика та електрифікація об'єктів паливно-енергетичного комплексу. – Івано-Франківськ. - №37. – 2001. – С. 183–186.
3. Левицький А.О. Метод формування повідомлень на основі інтегрально-імпульсних моделей // ВІСТРО/96/052 Матеріали 2-ї Міжнар. наук.-практ. конференції “Управління енерговикористанням”. – Львів. – 1997. – С. 36 – 39.