

С. Ю. Куницька, к.т.н., доцент
Черкаський державний технологічний університет
б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна
Kunitskaya33@gmail.com

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ПОЗИЦІЙНИХ НАДЛИШКОВИХ СИСТЕМ ЧИСЛЕННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ОПТИМАЛЬНО-НАДЛИШКОВИХ ПРИСТРОЇВ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Стаття присвячена питанню дослідження надлишкової системи числення, яка забезпечить синтез пристроїв контролю інформації меншої складності за умови виконання однакових правил для арифметичних операцій і найменшу складність дискретних пристроїв для її практичної реалізації. Правила виконання арифметичних операцій визначаються значеннями вагових коефіцієнтів розрядів, тому відібрано результати моделювання відповідно до правил виконання арифметичних операцій і визначено найбільш перспективну модель системи числення. Введено визначення моделі позиційної системи числення, на основі якої досліджуються системи числення. В статті викладено результати дослідження моделі системи числення з ваговими коефіцієнтами розрядів 2, 2, 2, 1.

Описані моделі забезпечать при однакових правилах виконання арифметичних операцій найбільш просту реалізацію пристроїв контролю інформації при її передачі, обробці та збереженні.

Ключові слова: моделювання, синтез, арифметичні пристрої, кодування цифр, множини, безнадлишкова система числення.

Актуальність проблеми. На складність пристроїв обробки інформації впливають такі фактори:

1) складність правил виконання арифметичних операцій, яку отримали, на основі дослідження вагових коефіцієнтів розрядів;

2) алфавіт системи числення, завдяки якому отримуємо складність пристроїв контролю інформації, що й обґрунтовує обмеження щодо правил виконання арифметичних операцій.

Для більш ефективного рішення задач необхідні швидкодіючі надійні можливості обчислювальної техніки. Шляхом підвищення швидкодії є введення інформаційної надлишковості за умови обмеження на апаратну надлишковість.

Надлишкова система числення, яка забезпечує синтез пристроїв контролю інформації меншої складності за умови виконання однакових правил для арифметичних операцій, і забезпечить найменшу складність дискретних пристроїв для її практичної реалізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз існуючих кодових систем свідчить про їх особливу залежність від рівня надлишковості, тому питанням синтезу надлишкових

систем займаються різні вчені – як вітчизняні, так і зарубіжні [1–6].

Підвищення інтенсивності потоку помилок, збільшення вірогідності виникнення помилок, зменшення вірогідності їх корегування є негативними діями при збільшенні надлишковості. Тому одним із перспективних напрямків досліджень є синтез кодів, який буде оптимальним щодо головних факторів дослідження – надлишковості, швидкодії передачі та обробки інформації [7].

Мета статті – розробити технологію вибору систем числення для синтезу пристроїв контролю, обробки, зберігання та передачі інформації на основі змодельованого пристрою контролю інформації, визначивши складність для моделей позиційних надлишкових систем числення та попередньо введеної інформаційної надлишковості для знаходження помилок при зміні обмежень на синтез позиційних систем числення; за результатами моделювання вибрати перспективну модель системи числення відповідно до правил виконання арифметичних операцій, що визначаються значеннями вагових коефіцієнтів розрядів.

Основний матеріал. Проведемо дослідження за двома напрямками:

- підвищення надійності арифметичних пристроїв обчислювальної техніки за рахунок зменшення їх складності завдяки введенню надлишковості;

- підвищення швидкодії арифметичних пристроїв на основі введеної надлишковості.

Отримати узагальнені дані про моделі позиційних надлишкових систем числення можна завдяки обчислювальному експерименту, де кількість варіантів моделей позиційних систем числення (тобто форм їх представлення) визначається таким виразом:

$$K = \sum_{p=p_{\min}}^{2^k} \left(\frac{2^k!}{(2^k - p)!} \right), \quad (1)$$

де K – кількість варіантів моделей позиційних систем числення, їх форм представлення;

p – кількість кодованих цифр,

p_{\min} – мінімальна кількість кодованих цифр в моделі позиційної системи числення;

k – кількість розрядів моделі.

Отримані результати дозволяють автоматизувати синтез моделей позиційних систем числення, а також автоматизувати отримання залежностей для розрахунку рядів вагових коефіцієнтів та правил виконання операцій додавання.

Існує гіпотеза, що система числення, яка забезпечує синтез пристроїв контролю інформації меншої складності, забезпечить синтез пристроїв обробки інформації також найменшої складності.

Перевірку цієї гіпотези проведемо на основі пристроїв кодування та декодування без надлишкової системи числення із ваговими коефіцієнтами розрядів 2, 2, 2, 1.

Розробимо модель пристрою контролю інформації та визначимо його складність для моделей позиційних надлишкових систем числення.

Узагальнена математична модель пристрою контролю помилок для всіх визначених у роботі моделей позиційних надлишкових систем числення буде описана таким логічним виразом:

$$F = \bar{F}_1 \cup \bar{F}_2 \cup \bar{F}_3 \cup \dots \cup \bar{F}_k \cup \dots \cup \bar{F}_m \quad (2)$$

де F – функція контролю помилок у кодів числа;

F_k – функція відсутності помилки в k -й чотирирозрядній групі кода числа; $m = \frac{n}{4}$.

Вірогідність знаходження помилок визначається:

$$P_B = \frac{K_{BK}}{K_K}, \quad (3)$$

де P_B – це вірогідність знаходження помилок;

K_K – кількість комбінацій у кодів;

K_{BK} – кількість комбінацій, які знаходять помилку.

На основі логічного виразу (2) визначимо складність пристрою для знаходження помилок в n -розрядному кодів, яка має такий вигляд:

$$C_o = \sum_{i=3}^{\frac{n}{2}} (2i + 1). \quad (4)$$

Введена інформаційна надлишковість дозволяє знаходити помилки при порушенні обмеження на синтез позиційної системи числення. Враховуючи контролюючі можливості моделей позиційних надлишкових систем числення, отримуємо результати кодів чотирьох розрядних груп з вірогідністю знаходження помилок у комбінаціях кодів, згідно з формулою:

$$P_B = \frac{8}{16} = 0.5. \quad (5)$$

Тому зробимо висновок, що системи числення дозволяють знаходити та пропускати помилки з вірогідністю 0,5.

Правила виконання арифметичних операцій визначаються значеннями вагових коефіцієнтів розрядів, тому відберемо результати моделювання відповідно до правил виконання арифметичних операцій і виберемо найбільш перспективну модель системи числення [2].

Найбільш цікавими для подальшого дослідження виявилися моделі: $M_{0,1,2,3,6,7,14,15}^{2,2,2,1}$,

$M_{0,1,2,3,12,13,14,15}^{2,2,2,1}$ та $M_{0,1,2,3,12,11,14,15}^{2,2,2,1}$, де верхній індекс – початкові значення вагових коефіцієнтів, а нижній індекс – коди перших цифр у розглянутій системі числення.

Описані моделі забезпечать при однакових правилах виконання арифметичних операцій найбільш просту реалізацію пристроїв контролю інформації при її передачі, обробці та збереженні.

В подальшому відсортуюмо результати моделювання за значеннями вагових коефіцієнтів розрядів та правилами виконання арифметичних операцій і відберемо моделі систем чи-

слення, найбільш перспективні для отримання оптимальної інформаційної надлишковості.

Наприклад, для системи числення, яка задана моделлю $M_{0,1,2,3,12,13,14,15}^{2,2,2,1}$, типові модулі пристроїв будуть описані такими виразами:

- для кодування:

$$\begin{aligned} F_{4k}^{\hat{e}\hat{a}} &= x_{3k} \cdot x_{3k-1} \\ F_{4k-1}^{\hat{e}\hat{a}} &= x_{3k} \\ F_{4k-2}^{\hat{e}\hat{a}} &= x_{3k} \cup x_{3k-1} \\ F_{4k-2}^{\hat{e}\hat{a}} &= x_{3k-2}; \end{aligned} \quad (6)$$

- для декодування:

$$\begin{aligned} F_{3k}^{\hat{a}\hat{e}} &= x_{4k} \\ F_{3k-1}^{\hat{a}\hat{e}} &= x_{4k-1} \cup \bar{x}_{4k} \cdot x_{4k-2} \\ F_{3k-2}^{\hat{a}\hat{e}} &= x_{4k-3}; \end{aligned} \quad (7)$$

- для контролю:

$$F_k = \bar{x}_{4k} \cdot \bar{x}_{4k-1} \cdot x_{4k-1} \cdot x_{4k-2}. \quad (8)$$

Ідентифікація і класифікація моделей позиційних надлишкових систем числення по розрядності, вагових коефіцієнтах та складності правил виконання операцій додавання дозволяє визначити моделі позиційних надлишкових систем числення, які найбільш перспективні для створення оптимально-надлишкових пристроїв обробки інформації.

Висновки:

1. Розроблено модель пристрою контролю інформації та визначено його складність для моделей позиційних надлишкових систем числення.

2. Введено інформаційну надлишковість для знаходження помилок при зміні обмежень на синтез позиційних систем числення.

3. Вибрано найбільш перспективну модель системи числення за результатами моделювання відповідно до правил виконання арифметичних операцій, що визначаються значеннями вагових коефіцієнтів розрядів.

4. Розроблено технологію вибору систем числення для синтезу пристроїв контролю, обробки, зберігання та передачі інформації.

Список літератури

1. Дадаев Ю. Г. Теория арифметических кодов / Ю. Г. Дадаев. – М. : Радио и связь, 1981.
2. Кучеренко С. Ю. Поиск позиционных систем счисления по результатам моделирования / С. Ю. Кучеренко // Проблемы ин-

форматики и моделирования : материалы девятой междунар. науч.-техн. конф. – Х. : НТУ «ХПИ», 2009. – С. 15.

3. Рудницький В. М. Синтез активно-надлишкової двійково-шестіркової системи числення / В. М. Рудницький, С. Ю. Кучеренко (Куницька), О. Б. Півень // Системи управління, навігації та зв'язку : зб. наук. пр. – К. : ЦНДІ НУ, 2009. – Вип. 4 (12). – С. 175–178.
4. Рудницький В. Н. Исследование методов синтеза кодов для специализированных процессоров / В. Н. Рудницький, О. А. Церковный // Сборник тезисов докладов на IV научно-технической конференции РВ. – Краснодар : КВВКИУ РВ, 1996. – С. 121.
5. Рудницький В. М. Теоретичні основи створення природно-надійних комп'ютерних систем / В. М. Рудницький, Н. М. Пантелєва. – Черкаси : Брама-Україна, 2009. – 200 с.
6. Kautz, W. H. (1965) Fibonacci codes for synchronization control. IEEE Trans. inform. theory, 11 (8), pp. 284–292.
7. Кодирование данных в информационно-регистрающих системах / [А. П. Стахов, Б. Я. Лихтиндер, Ю. П. Орлович, Ю. А. Старожил]. – К. : Техника, 1985. – 127 с.
8. Повышение эффективности обработки информации в АСУ / [О. П. Малофей, А. В. Ткаченко, С. Г. Рассомахин и др.]; под ред. В. И. Ключко. – МО СССР, 1985. – 328 с.

References

1. Dadaev, Ju. G. (1981) The theory of arithmetic codes. Moscow: Radio i svyaz' [in Russian].
2. Kucherenko, S. Yu. (2009) The search of radix number systems after the results of modeling. *Problemy informatiki s modelirovaniya*: materials of the 9th international scientific-technical conference. Kharkiv: NTU «KPI» p. 15 [in Russian].
3. Rudnytsky, V. M., Kucherenko (Kunitskaya), S. Yu. and Piven', O. B. (2009) The synthesis of active and redundant binary-sexstetic number system. *Systemy upravlinnya, navigatsii ta zvyazku*: collection of scientific works. Kyiv: TsNDI NU, 4 (12), pp. 175–178 [in Ukrainian].

4. Rudnytskyy, V. N. and Tserkovnyi, O. A. (1996) The study of codes synthesis methods for specialized processors. *Sbornik tezisov dokladov na IV nauchno-tehnicheskoy konferentsii RV*. Krasnodar: KVVKIU RV, p. 121 [in Russian].
5. Rudnytsky, V. M. and Panteleeva, N. M. (2009) Theoretical bases for the creation of natural-reliable computer systems. Cherkasy: Brama-Ukraina, 200 p. [in Ukrainian].
6. Kautz, W. H. (1965) Fibonacci codes for synchronization control. *IEEE Trans. inform. theory*, 11 (8), pp. 284–292.
7. Stakhov, A. P., Lihtinder, B. Ja., Orlovich, Y. P. and Starozhil, Yu. A. (1985) Data coding in information and recording systems. Kiev: Tehnika, 127 p. [in Russian].
8. Malofej, O. P., Tkachenko, A. V., Rassomahin, S. G. et al. (1985) Improving of the effectiveness of information processing in ACS. In: V. I. Kluchko (Ed.). *MO SSSR*, 328 p. [in Russian].

S. Yu. Kunitskaya, *Ph.D, associate professor*
Cherkasy State Technological University
Shevchenko blvd., 460, Cherkasy, 18006, Ukraine
Kunitskaya33@gmail.com

IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF THE MODELS OF POSITIONAL REDUNDANT NUMBER SYSTEMS TO CREATE OPTIMAL-REDUNDANT INFORMATION HANDLING DEVICES

The article deals with the study of redundant number system that will provide a synthesis of control devices for information of lesser complexity subject to the implementation of uniform rules for arithmetic operations, and the lowest complexity of discrete devices for its implementation. Increasing of flow errors intensity and errors likelihood, reducing of adjustment likelihood are negative actions by increasing of the redundancy. Therefore, the synthesis of a code that is optimal with respect to the main factors of the research – redundancy, speed of information transmission and processing – is one of the most promising areas of research.

The aim of the paper is to develop a model of information control, to determine the complexity for models of positional redundant number systems and information redundancy introduced for finding errors when changing constraints on the synthesis of positional number systems. Terms of arithmetic operations are determined by the values of weighting coefficients bits selected as the simulation results according to the rules of arithmetic operations and identified as the most promising model number system.

Another important objective of the paper is the development of the choice of number system technology for the synthesis of control devices of information processing, storing and transmitting. The paper presents the results for the research of number system model with weighting coefficients of 2, 2, 2, 1 digits.

Keywords: *modeling, synthesis, arithmetic units, numbers coding, sets, non-redundant number system.*

Стаття надійшла до редакції 03.12.2014.

Рецензенти: Голуб С. В., д.т.н., професор,
Рудницький В. М., д.т.н., професор.