

Темнішим кольором виділені сегменти додаткових КПОТ – їх кількість і точки введення у мовну хвилю повністю відповідають схемам рис. 1.

Аудиторські випробування підтвердили, що запропонований алгоритм синхронного з основним тоном часового масштабування тональних звуків дозволяє зберегти оригінальну спектральну структуру мовних сигналів і тим самим забезпечити натуральність та чистоту звучання відтворених голосових записів, навіть якщо коефіцієнт зміни темпу досягає значення 3.

1. Шпак З., Рашкевич Ю. Збереження природних темпоральних закономірностей у процесах сповільненого відтворення мовної інформації // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2003. – № 481. – С. 94–100.
2. Рашкевич Ю.М. Перетворення часового масштабу мовних сигналів. – Львів: Академічний експрес, 1997. – 140 с.
3. Шпак З.Я. Синхронне з основним тоном збільшення часового масштабу мови // Вісник Держ. ун-ту "Львівська політехніка". – 1998. – № 351. – С. 177–185.
4. Шпак З. Виділення квазіперіодів основного тону в процесі часового масштабування мовних сигналів // Технічні вісті. – 2003. – № 1(16), 2(17). – С. 61–63.

**О. Різник, Б.Балич**

Національний університет "Львівська політехніка"

УДК 621.382:519.101

## СИНТЕЗ МОНОЛІТНИХ КОДІВ НА ОСНОВІ ЧИСЛОВИХ ЛІНІЙОК-В'ЯЗАНОК СПЕЦІАЛЬНОГО ТИПУ

© Різник О., Балич Б., 2003

*Розглядається метод дослідження комбінаторних конфігурацій за допомогою цілочислових послідовностей – в'язанок як зручних математичних моделей для синтезу та оптимізації систем з нееквідистантною структурою.*

*There is method for research of combinatorial configurations is considered using integer sequences - bundles as useful mathematical models for synthesis and optimization of systems with non-uniform structure.*

### Вступ

При обробці інформації необхідно враховувати наявність суттєвого недоліку двійкової системи числення, який полягає в нездатності виявляти та виправляти помилки. Актуальною проблемою є створення кодів з максимальною кодовою відстанню та помірною надлишковістю, які спроможні виявляти та виправляти помилки. Одним з таких кодів є монолітний код; будується монолітний код методом, заснованим на

використанні властивостей числових лінійок-в'язанок спеціального типу. Тому важливого значення набувають дослідження, пов'язані з вивченням несквідистантних комбінаторних структур типу "числових лінійок-в'язанок" – послідовностей цілих чисел, всі елементи яких разом з арифметичними сумами усіх розміщених поруч елементів вичерпують всю множину монотонно зростаючих значень числового ряду [1].

### 1. Числові лінійки-в'язанки на послідовностях чисел

Ця особливість забезпечує високу надійність монолітного коду, побудованого на числових лінійках-в'язанках (ЧЛВ). ЧЛВ бувають різних типів. У загальному випадку простою ідеальною числовою лінійкою-в'язанкою порядку  $N$  на послідовності  $N$  чисел називається така послідовність, на якій суми набувають значень всіх  $L_N$  чисел, починаючи зі заданого числа. У більш простому варіанті ці суми вичерпують значення чисел натурального ряду від 1 до  $L_N$  [1, 2].

Найбільшим числовим значенням ЧЛВ є сума всіх її елементів  $L_N = \sum_{j=1}^N k_j$ , і його

можна отримати лише одним з  $K$  способів – додаванням усіх елементів ЧЛВ, після чого залишається ще не використаними  $K - 1$  способів, які припадають на утворення  $L_N - 1$  чисел натурального ряду, кожне з яких можна одержати  $R$  різними способами. Залежність між кількістю  $L_N$  способів реалізації сум на  $N$ -послідовності, кратністю  $R$  та сумою  $L_N$  всіх чисел виражається формулою [1]

$$(L_N^R - 1)R = K - 1. \quad (1)$$

Сьогодні найбільший практичний інтерес становлять ЧЛВ, в яких реалізується діапазон числових значень від 1 до  $L_N$ , однак таких простих ідеальних ЧЛВ вище 3-го порядку, як і багатократних ЧЛВ вище 2-го порядку не існує [1, 2].

Тому виникає питання розробки ефективних алгоритмів побудови ЧЛВ максимальної довжини, в яких сума всіх чисел  $N$ -послідовності  $L_N$  максимальна за умови, що всі суми розміщених поруч чисел зустрічаються від 1 до  $L_N$  не більше  $R$  разів [1, 2].

### 2. Характеристики компактних числових лінійок-в'язанок

Числова лінійка-в'язанка порядку  $N$  кратності  $R$  характеризується:

- числом  $N$  елементів  $k_1, k_2, \dots, k_p, \dots, k_N$ ;
- сумою елементів:

$$L_N^R = \sum_{i=1}^N k_i; \quad (2)$$

- діапазоном числових значень з початком з числа  $a$ ;
- максимальним числом з діапазону реалізації підряд йдучих значень  $1, 2, \dots, n < L_N$  з кратністю  $R$ ;
- загальною кількістю способів реалізації сум  $K$  на ЧЛВ  $N$ -го порядку  $R$ -ї кратності:

$$K = \frac{N(N+1)}{2}; \quad (3)$$

– коефіцієнтом повноти:

$$k_p = \frac{n}{K}; \quad (4)$$

– коефіцієнтом компактності:

$$k_k = \frac{K}{L_N^R}; \quad (5)$$

– коефіцієнтом заповнення:

$$k_z = \frac{N}{L_N^R}. \quad (6)$$

За допомогою коефіцієнта повноти  $k_p$  оцінюють ефективність ЧЛВ з точки зору діапазону відтворення найдовшого ряду числових значень сум стосовно ідеальної ЧЛВ. У загальному випадку при  $R \geq 1$  коефіцієнт повноти згідно з (3) та (4) визначається формулою:

$$k_p = \frac{2n}{N(N+1)}. \quad (7)$$

Коефіцієнт компактності  $k_k$  дає можливість оцінити ЧЛВ мінімальної довжини з точки зору величини її суми стосовно ідеальної ЧЛВ при заданих  $N$  і  $P$ . У загальному випадку при  $R \geq 1$  коефіцієнт компактності  $k_k$  визначається формулою:

$$k_k = \frac{K}{\frac{N(N+1) - 1}{\frac{2}{R} + 1}}. \quad (8)$$

Коефіцієнт заповнення  $k_z$  дає змогу оцінити заповнення елементами одно- і багатомірних ЧЛВ заданих розмірів. Для одновимірних ідеальних ЧЛВ при  $R = 1$  коефіцієнт заповнення визначається формулою

$$k_z = \frac{2}{N+1}. \quad (9)$$

Для ідеальних ЧЛВ верхня межа діапазону реалізації послідовно зростаючих значень  $n = K$ , коефіцієнт повноти  $k_p = 1$  і коефіцієнт компактності  $k_k = 1$ .

Характеристики деяких простих ( $R = 1$ ) числових лінійок-в'язанок спеціального типу наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристики деяких простих ЧЛВ спеціального типу  $N \leq 7$ 

$N$	Прості ЧЛВ спеціального типу	$L_N$	$K$	$n$	$k_p$	$k_z$	$k_x$
1	1	1	1	1	1.0	1.0	1.0
2	1, 2	3	3	3	1.0	0.667	1.0
3	1, 3, 2	6	6	6	1.0	0.5	1.0
4	1, 3, 3, 2	9	10	9	0.9	0.444	1.111
5	1, 3, 1, 5, 2	12	15	12	0.8	0.417	1.25
7	1, 1, 2, 7, 3, 5, 1	20	28	20	0.714	0.25	1.4
	1, 1, 5, 2, 7, 3, 1	20	28	20	0.714	0.25	1.4

В табл.2 наведено таблицю кодових комбінацій, утворених на простій ЧЛВ спеціального типу сьомого порядку (1, 1, 5, 2, 7, 3, 1), де кожному числу відповідає кодова комбінація з поряд розташованих ваг ЧЛВ.

Всі ЧЛВ отримані за допомогою алгоритму асиметричних розгалужень "з пропусками". Деякі ЧЛВ в табл. 1 наведені декількома варіантами.

### 3. Алгоритм синтезу числових в'язанок спеціального типу

Алгоритм складається з таких кроків:

Крок 1. Обчислюються граничні обмеження суми для ЧЛВ порядку  $N$  за формулою (3).

Крок 2. Перевіряється умова, що кількість чисел в масиві не перевищує  $N$ . Якщо умова задовольняється, то виконується крок 3, в протилежному випадку виконується крок 7.

Крок 3. Перевіряється умова, що сума всіх чисел в'язанки не менша за попереднє значення. Якщо умова задовольняється, то виконується крок 4, у протилежному випадку – крок 7.

Крок 4. Обчислюються нові значення сум елементів в'язанки. Для ЧЛВ визначається нове, не більше ніж попереднє значення  $L_{\max}$ .

Крок 5. Перевіряють, чи всі суми на послідовності чисел зустрічаються не більше  $R$  разів. Якщо так, то виконується крок 6. В іншому випадку – крок 7.

Крок 6. Перевіряється умова, що всі числа в масиві зв'язані між собою, тобто займають один рядок. Якщо умова виконується, то здійснюється крок 7, в іншому випадку – крок 10.

Крок 7. Якщо послідовність чисел, яка займає один рядок, зав'язана в кільце, то отримуємо варіант ЧКВ, інакше варіант ЧЛВ. Якщо умова не виконується, то здійснюється перехід на крок 9.

Кодові комбінації монолітного коду на ЧЛВ спеціального типу (1, 1, 5, 2, 7, 3, 1)

Число	Код	Число	Код	Число	Код
0	0000000	7	1110000	14	0011100
1	1000000	7	0011000	15	0111100
1	0100000	7	0000100	16	1111100
1	0000001	8	0111000	17	0011110
2	1100000	9	1111000	18	0111110
2	0001000	9	0001100	18	0011111
3	0000010	10	0000110	19	1111110
4	0000011	11	0000111	19	0111111
5	0010000	12	0001110	20	1111111
6	0110000	13	0001111		

- Крок 8. На множині всіх послідовностей в'язанки визначається число  $B$  як максимальне значення серед окремих елементів в'язанки і сум пар зв'язаних між собою чисел. При наявності однакових сум пар чисел вибирається та пара, яка була утворена останньою. Якщо максимальною сумою є пара чисел на послідовності, то вона роз'єднується. У випадку, коли максимальне значення містить окремий елемент в'язанки, то він викидається з масиву.
- Крок 9. Перевіряються умови закінчення обчислень. Ознакою закінчення для ЧКВ є поява в масиві  $R$  рядків натуральних чисел від 1 до значення  $\text{ent}(N/R)$ . Якщо ці вимоги задовольняються, то обчислення закінчуються, а якщо ні, то виконується крок 6.
- Крок 10. Перший раз число  $A$  визначається як збільшене на одиницю найбільше число найкоротшого ряду послідовності чисел, утвореній на множині сум поруч розташованих чисел, які розміщені на окремих послідовностях масиву. Далі число  $A$  визначається як збільшене на одиницю наступне після найбільшого числа найкоротшого ряду послідовності чисел, поки сума усіх чисел масиву елементів ЧЛВ залишається меншою за  $L_{\max}$  (тобто пропускаються деякі значення послідовності чисел).
- Крок 11. Перевіряють, чи можна знайти число  $A$  як пару чисел з множини всіх перших та останніх чисел, що належать різним послідовностям так, щоб сума даної числової пари дорівнювала числу  $A$ . Якщо так, то за наявності декількох пар однакових значень чисел вибирається та з них, у якій різниця чисел найбільша, після чого виконується крок 12. В іншому випадку виконується крок 13.
- Крок 12. Знайдені послідовності об'єднуються в одну, виконується перехід на крок 2.
- Крок 13. Перевіряють, чи перебрані всі варіанти отримання числа  $A$ . Якщо так, то пропускають це значення числа  $A$  і виконують крок 11. У протилежному випадку виконується крок 14.
- Крок 14. Перевіряють, чи загальна кількість елементів в'язанки, занесених у масив чисел, не більша за  $N$ . Якщо так, то переходять до наступного кроку 15. Інакше – перехід на крок 8.
- Крок 15. Заноситься число  $A$  у вільний рядок масиву, якщо це окремий елемент в'язанки і з'єднуються два рядки масиву в один, якщо це пара чисел. Виконується перехід на крок 2.

Описаний алгоритм успішно справляється з задачами, пов'язаними з побудовою ЧЛВ невисоких порядків, до 16-го. Основні переваги алгоритму – його простота і можливість широкого спектру удосконалень для синтезу ЧЛВ з різними характеристиками. Дослідження алгоритму вказує на те, що основним фактором, який обмежує його ефективність, є перебір великого числа варіантів.

Практична реалізація моделі ЧЛВ мір у технічних системах та пристроях дає змогу розглядати в загальному випадку будь-які їх характеристики або параметри, які піддаються кількісній оцінці [1, 2]. Особливий інтерес викликає можливість кодування на ЧЛВ спеціального типу, тому що останні дають змогу забезпечити високу надійність

коду. Результати цих досліджень можуть застосовуватися для побудови спеціалізованих пристроїв високої надійності та швидкодії при обробці та кодуванні великих обсягів інформації [2].

### Висновки

1. Запропоновано модель числових лінійок в'язанок спеціального типу.
2. Розроблено алгоритм синтезу числових лінійок в'язанок спеціального типу.

1. Різник О.Я. Комбинаторные модели для синтеза технических устройств и систем на основе числовых линейных сцепок // Контрольно-измерительная техника. – Львов: Вища школа. – 1989. – Вып. 45. – С. 23–25.
2. Різник В.В. Синтез оптимальних комбінаторних систем – Львів: Вища школа, 1989. – 168 с.

Е.Ушаков

Вінницький інститут регіональної економіки та управління

УДК 621.382

## МЕТОД АЛГОРИТМІЧНОГО СИНТЕЗУ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИМ ОБ'ЄКТОМ З НЕПОВНОЮ ІНФОРМАТИВНІСТЮ

© Ушаков Е., 2003

*Отримана стратегія адаптивної системи оптимального керування нестационарним динамічним об'єктом у вигляді системи машинних алгоритмів описує структуру й алгоритм функціонування адаптивної системи, що дозволяє оцінювати параметри об'єкта керування, внутрішні і зовнішні впливи, невимірювані фазові координати об'єкта, аналізувати параметричний і фазовий стан і на їх основі приймати рішення про зміну параметрів регулятора так, щоб керуючий вплив був найбільш ефективним.*

*The received strategy of adaptive system of optimum control of non-stationary dynamic object as system of machine algorithms describes structure and algorithm of functioning of adaptive system, that allows to make estimations of parameters of object of management, internal and external influences, non-measurable phase coordinates of object, to carry out the analysis of a parametrical and phase condition and on their basis to make a decision on change of parameters of a regulator so that managing influence was most effective.*

Проблема побудови адаптивних систем побудови нестационарними об'єктами сьогодні займає центральне місце в теоретичних дослідженнях зі створення складних систем керування.