

# Моделювання процесів ПФІ в позиційних адитивних системах числення на основі методу індикаторних моделей

М.Л. Петришин  
кафедра інформатики  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника  
Івано-Франківськ, Україна  
M.L.Petryshyn@gmail.com

## Modeling of TIF processes in additive positional numeral systems based on the method of indicator model

M. Petryshyn  
Department of Computer Science  
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University  
Ivano-Frankivsk, Ukraine  
M.L.Petryshyn@gmail.com

*Анотація*—Проаналізовано застосування методу моделювання процесів перетворення форми інформації на основі індикаторної моделі вимірювання, реалізовано алгоритми перетворення форми інформації в унітарній та двійковій адитивних позиційних системах числення

*Abstract*— The method application of processes modeling of information form transformation based on the indicator measurement model is analyzed. Implemented the algorithms transformation of information form in a unitary and binary additive positional numeral systems.

*Ключові слова*—перетворення форми інформації; адитивні системи числення; індикаторна модель

*Keywords*—transformation of information form, additive numeral system; indicator model

### I. Вступ

Ефективність здійснення системної функції перетворення форми інформації (ПФІ) визначає затрати обчислювальної потужності інформаційної системи, часу перетворення інформації та коштів впровадження, виготовлення та експлуатації технічних засобів ПФІ [1]. Розробка методів та застосування моделювання процесів ПФІ дозволяє на етапі проектування проаналізувати та задати необхідні техніко-економічні характеристики засобів ПФІ. Аналіз методів математичного моделювання

та оптимальних алгоритмів ПФІ дозволив визначити актуальність досліджень у напрямку застосування методу на основі індикаторних моделей, що базується на геометричному моделюванні, тобто визначенні довжини відрізка, значення якої є еквівалентом параметру перетворення. Моделювання процесів ПФІ ґрунтується на здійсненні певних процедур порівняння. На практиці порівняння реалізується за допомогою компараторів, які дозволяють визначити співвідношення невідомої величини з деякою «еталонною величиною» або «мірою», чи «шкалою», сформованою з «системи одиниць вимірювання». Істота ПФІ зводиться до послідовних порівнянь невідомої величини з заданими значеннями «міри», що формуються на кожному ітераційному кроці процесу перетворення. За результатами ітераційних порівнянь формується кінцевий результат кількісної оцінки невідомої величини вхідного параметру.

### II. ІНДИКАТОРНА МОДЕЛЬ ВИМІРЮВАННЯ

Метод моделювання передбачає знаходження на відрізку  $AB$  деякої точки  $X$  шляхом визначення довжини відрізка  $AX$  за допомогою одного або  $k$  так званих індикаторних елементів (ІЕ), кожен із яких фактично виконує функцію компаратора. В результаті прикладення ІЕ на  $l$ -му ітераційному кроці до деякої точки  $X_j$  здійснюється порівняння відрізків  $AX$  та  $AX_j$ , тобто контроль виконання умови більше ( $\geq$ ) або менше ( $<$ ).  $J$ -й

ІЕ по своєму виходу формує дискретне бінарне значення 0, якщо  $AX < AX_j$ , та значення 1, якщо  $AX \geq AX_j$ .

$$J = \begin{cases} 0, & AX < AX_j \\ 1, & AX \geq AX_j \end{cases}$$

Прийmemo, якщо  $J$ -ий ІЕ знаходиться справа від точки  $X$ , то по його виходу формується 0, коли ж  $J$ -ий ІЕ знаходиться зліва, формується 1. Задача вимірювання довжини відрізка  $AX$  в індикаторній моделі зводиться до звуження інтервалу невизначеності відносно точки  $X$  [2].

### III. АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ПФІ

В сучасній техніці ПФІ під ставовими є алгоритми адитивного оптимізованого пошуку на основі унітарного та двійкового числення.

#### A. Алгоритм на основі унітарного числення

Даний алгоритм використовує тільки один ІЕ ( $k=1$ ) та реалізується за  $n$  ітераційних кроків, при цьому контроль довжини відрізка  $AB$  здійснюється одним ІЕ шляхом підрозбиття відрізка на  $n+1$  рівних частин, та послідовного порівняння із мірою, при цьому ( $n, 1$ )- точність алгоритму.

Проаналізуємо функціонування алгоритму в покроковому режимі (рис. 1).

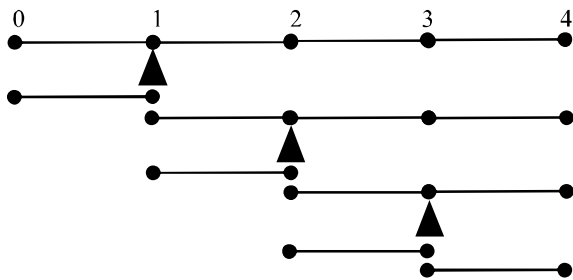


Рис. 1. 3-кроковий алгоритм на основі унітарного числення

**Крок 1.** ІЕ прикладається до точки 1. При цьому в залежності від стану, сформованого по виходу ІЕ, шукане значення може знаходитися в межах  $[0, 1]$  або  $[1, 4]$ .

а) якщо ІЕ в точці 1 формує 0, це означає, що шукана точка  $X$  знаходиться на відрізку  $[0, 1]$ , в цій ситуації процес пошуку завершується;

б) якщо ІЕ формує 1, це означає, що точка  $X$  знаходиться на відрізку  $[1, 4]$ ;

**Крок 2.** ІЕ прикладається до точки 2, в результаті чого здійснюється порівняння пункту прикладення та визначення стану ІЕ в межах  $[1, 2]$  або  $[2, 4]$ ;

а) якщо ІЕ в точці 2 формує 0, це означає що шукана точка  $X$  знаходиться на відрізку  $[1, 2]$ , при цьому процес пошуку завершується;

б) якщо ІЕ формує 1, це означає що точка  $X$  знаходиться на відрізку  $[2, 4]$ ;

**Крок 3.** ІЕ прикладається до точки 3, здійснюється порівняння та визначення вихідного стану ІЕ в межах  $[2, 3]$  або  $[3, 4]$ ;

а) якщо ІЕ в точці 3 формує 0, це означає що шукана точка  $X$  знаходиться на відрізку  $[2, 3]$ , при цьому процес пошуку завершується;

б) якщо ІЕ формує 1, це означає що точка  $X$  знаходиться на відрізку  $[3, 4]$ ;

Алгоритм завершує роботу.

Таким чином, алгоритми ПФІ на основі унітарного числення є лінійними, що зумовлює відносну простоту їх реалізації, проте кількість ітерацій перетворення є досить значною і визначається повною розрядністю унітарного коду перетворення, що відповідає кількості квантів діапазону перетворення та визначає точність ПФІ.

Зменшити кількість ітераційних кроків порівняння дозволяє застосування зважених, зокрема двійково, мір шкали віднесення.

#### B. Алгоритм на основі двійкового числення

Алгоритми адитивного пошуку на прикладі двійкового числення зводяться до двох способів перетворення повідомлень. Згідно першого пошук здійснюється шляхом порівняння невідомого значення із двійково зваженими мірами шляхом порівняння від наймолодшого із значень  $2^0$  до старшого  $2^{n-1}$ . Згідно другого порівняння здійснюється від найстаршого значення  $2^{n-1}$  до молодшого  $2^0$ .

Як показує практика ПФІ, більш ефективним є алгоритм ітераційного порівняння шляхом прикладання двійкових значень в порядку від старших  $2^{n-1}$  до молодших  $2^0$ , який знайшов широке застосування в практиці аналого-цифрового перетворення повідомлень [3]. Для прикладу прийmemo значення розрядності двійкового коду перетворення  $n=3$  для діапазону  $k \in \{0, 1, \dots, 7\}$  і проаналізуємо графічний та аналітичний алгоритми (рис. 2).

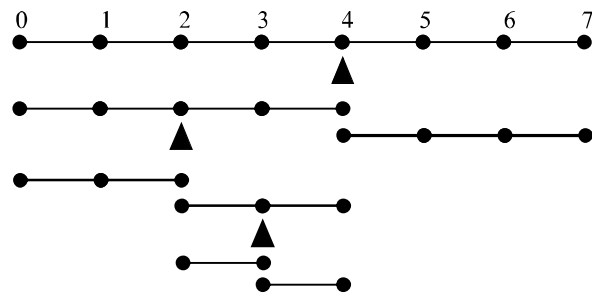


Рис. 2. 3-кроковий алгоритм на основі двійкового числення

#### Крок 1.

ІЕ прикладається до точки-еквівалента найстаршого двійкового розряду  $2^{n-1}$ , а саме до точки 4, після виконання операції порівняння по станах виходу ІЕ визначаємо:

а) 0 по виходу 4-го ІЕ означає, що шукане значення знаходиться на відрізку  $[0, 4]$ ;

б) 1 по виходу 4-го ІЕ означає, що шукане значення знаходиться на відрізку [4, 7];

*Крок 2.* Оскільки відбулось альтернативне розгалуження, проаналізуємо подальший перетік порівнянь для двох віток на відрізках [0, 4] та [4, 7].

Якщо на 1 кроку ІЕ сформував по виходу 0, на другому кроку ІЕ прикладається до точки 2, в результаті чого:

а) 0 по виходу 2-го ІЕ означає, що шукане значення знаходиться на відрізку [0, 2];

б) 1 по виходу 2-го ІЕ означає, що шукане значення знаходиться на відрізку [2, 4];

Якщо на 1 кроку ІЕ сформував по виходу 1, на другому кроку ІЕ прикладається до точки 6, в результаті чого:

в) 0 по виходу 6-го ІЕ означає, що шукане значення знаходиться на відрізку [4, 6];

г) 1 по виходу 6-го ІЕ означає, що шукане значення знаходиться на відрізку [6, 7];

*Крок 3.* Можливим є наступне дворазове галуження, в результаті чого здійснюється порівняння в ІЕ 1, 3, 5, 7

Для спрощення викладок закладемо, що невідоме значення може знаходитись на відрізках [2, 3] чи [3, 4]. Тому із чотирьох попередніх альтернатив контролю 1, 3, 5, 7-ї ІЕ у нас залишається єдиний шлях прикладення до точки 3, в результаті чого можливо:

а) 0 по виходу 3-го ІЕ означає, що невідоме значення знаходиться на відрізку [2, 3];

б) 1 по виходу 3-го ІЕ означає, що невідоме значення знаходиться на відрізку [3, 4].

Так на третьому  $n=3$  ітераційному кроці завершується процес визначення невідомого значення.

Таким чином, двійкові методи ПФІ володіють швидшою сходимістю при отриманні результату перетворення, кількість ітераційних кроків визначається еквівалентною розрядністю двійкового коду представлення результату та визначає точність ПФІ. Проте практична імплементація алгоритму є складніша, оскільки потребує визначення та обробку віток двійкового галуження векторів отримання коду перетворення.

#### ВИСНОВКИ

Індикаторна модель є зручною для здійснення моделювання процесів ПФІ. Таким чином, згідно з наведених алгоритмів ПФІ показано, що алгоритм на основі двійкового числення за однаковою кількістю кроків здійснює пошук невідомого значення на більшому проміжку, аніж алгоритм на основі унітарного числення.

#### ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] В. А. Багацкий и др. Преобразователи формы информации. // Современное состояние и перспективы развития. Компьютерні засоби, мережі та системи. 2003, №2, – С. 40-46.
- [2] А. Стахов Коды золотой пропорции. – МосНаучИзд, 1984, - 187 с.
- [3] Л. Б. Петришин, М. Л. Петришин Моделирование процедур ПФІ на прикладі зрівноважування мас. Матеріали 21-ї міжнародної конференції з автоматичного управління «Автоматика / Automatics – 2014». – С 238-239.