УДК 621.317.08:621.3.037.372.22

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФОРМИ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ ЧИСЕЛ ФІБОНАЧЧІ

Петришин М. Л.

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» 76018, м.Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57 m.l.petryshyn@gmail.com

В роботі здійснено моделювання процесів перетворення форми інформації на основі чисел Фібоначчі. Визначено алгоритми в відповідності до якого виконується перебіг процесу. Побудовано векторно-розгалужуючі діаграми для кожного з методів. Визначено недоліки, що виключають можливість реалізації деяких методів. Обчислено числові параметри, як для кожного значення так і для різних розрядностей. Проаналізовано особливості кодів Фібоначчі про неоднозначність представлення чисел.
Ключові слова: перетворення форми інформації, векторно-розгалужуючі діаграми, алгоритмічна теорія вимірювання, шкали вимірювання.

В работе осуществлено моделирование процессов преобразования формы информации на основе чисел Фибоначчи. Определены алгоритмы в соответствии с которым выполняется ход процесса. Построено векторно-ответвительные диаграммы для каждого из методов. Определены недостатки, исключающие возможность реализации некоторых методов. Вычислено числовые параметры, как для каждого значения так и для различных разрядностей. Проанализированы особенности которыми обладают коды Фибоначчи о неоднозначности представления чисел
Ключевые слова: преобразование формы информации, векторно-ответвительные диаграммы, алгоритмическая теория измерения, шкалы измерения.

In this paper it was implemented the transformation of information form modelling based on the fibonacci numbers. The algorithms in according of the progress flow is performed has been defined. The vector-branching diagrams for each of the methods has been constructed. The disadvantages that preclude the possibility of implementing certain methods has been detrminated. Calculated number of parameters for each of values and for the different bit has been calculated. The features that owned Fibonacci codes aboutthe ambiguity of numbers representation have been analysed.
Keywords: information form transformation, vector-branching diagram, algorithmic measurement theory, measurement scales.

Вступ. Сучасні цифрові пристрої, що широко використовуються в інформаційних системах, вже давно визначились на первинних принципах функціонування, а саме двійкова система числення, булева логіка, елемент пам'яті з двома стійкими станами. На основі двійкового підходу зроблені великі успіхи в розвитку комп'ютерних систем, проте пошук нових методів для збільшення їх продуктивності будуть і надалі продовжуватись. До ряду недвійкового типу функціонування, відносять також числа Фібоначчі, що були запропоновані в 1202 Леонардом із Пізи. Числа Фібоначчі знайшли практичне застосування в проектах вітчизняних розробників відомих під назвою "Комп'ютери Фібоначчі "[1, 2]. Метою даної роботи є використання алгоритмічної теорії для моделювання процесів ПФІ на базі чисел Фібоначчі та побудова векторно-розгалужуючих діаграм(ВРД)[3], визначення кількості дискретів часу (динамічного параметру) для знаходження шуканого значення. Актуальність зумовлена значним впровадженням кодів Фібоначчі як в технічних засобах так і в економічних сферах починаючих від 70-х років. Практична значимість полягає в визначенні ефективності методу ПФ та кодування інформації та розробки швидких засобів ПФІ(АЦП). При виконанні дослідження використовується векторно-розгалужуючих діаграм(ВРД), що дозволяють здійснити графічне моделювання процесів ПФІ.

Практика моделювання процесів ПФІ ґрунтується на здійсненні визначених процедур порівняння, що реалізуються за допомогою компараторів, які дозволяють визначити співвідношення значення невідомої величини з визначеною системою «еталонних величин» або «мір», чи то «шкалою», сформованою в системі еталонних одиниць перетворення. Моделювання процесу ПФІ ґрунтується на ітераційному виконанню послідовних порівнянь невідомого значення величини x з заданими визначеним алгоритмом значеннями суми системи «мір», яка формується на кожному ітераційному кроці процесу перетворення як сумарне значення певного набору позиційних мір [4]. За результатами процесу ітераційних порівнянь формується кінцевий результат кількісної оцінки невідомої величини x вхідного параметру перетворення.

Запропонована методика моделювання із застосуванням ВРД ґрунтується на перетвореннях на базі шкал порядку [4,5], тому умовою завершення процесу ПФІ є визначення невідомого значення вхідного параметру перетворення x, що знаходиться у відповідному одиничному проміжку кванту діапазону перетворення. Індикаторний елемент (ІЕ) в моделюванні виконує функцію компаратора [11], який в межах i-го кванту значення величини перетворення x в точці порівняння *Pi-1* по своєму виходу формує значення 1 (≥), а в точці *Pi* – значення 0 (<). ІЕ як компонент порівняння, що формує по виходу два альтернативні результати згідно заданої умови, на ВРД позначено аналогічно до оператора умовним переходів ◇.

Числа Фібоначчі. При перетворенні форми інформації і цифровій обробці даних в цифрових системах критичним є вирішення питання вибору системи кодування повідомлень і методів їх арифметико-логічної обробки. Виділяють дві основні групи методів кодування:

- позиційного
  - адитивного(унітарна, двійкова і вище системи числення, код Фібоначчі)
  - субтрактивно-адитивного(трійкова симетрична система числення)
- непозиційного

Послідовність Фібоначчі F_n *:1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55* – це числова послідовність, що породжується рекурентним співвідношенням $F_i=F_{i-1}+F_{i-2}$. Ця послідовність може бути продовжена в бік від'ємних значень n. При цьому виникає наступна числова послідовність, що задається в нескінченних межах (від −∞ до +∞):

n	***0***		***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
F_n	*0*		*1*	*1*	*2*	*3*	*5*	*8*	*13*	*21*
F_{-n}	*0*		*1*	*-1*	*2*	*-3*	*5*	*-8*	*13*	*-21*

Код Фібоначчі - це позиційне представлення натуральних чисел, що задається :

$$N=a_nF_n+a_{n-1}F_{n-1}+\ldots+a_iF_i+\ldots+a_1F_1 \qquad (1)$$

де F_n є вагами розрядів є числа Фібоначчі 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34.

Скорочена запис коду Фібоначчі (1) має вигляд:

$$N=a_na_{n-1}\ldots a_{i+1}a_ia_{i-1}\ldots a_2a_1 \qquad (2)$$

Скорочений запис коду Фібоначчі (2) за своєю суттю є двійковим, тобто володіє принципом двоїстості (використання двійкових цифр *0* і *1*) в коді Фібоначчі (1) зберігається, звідки випливає, що «мікропроцесори Фібоначчі »використовують двійкову елементну базу і двійкову логіку, що важливо для мікроелектронної і наноелектронних технологій [6]. Код Фібоначчі (4) призначений для представлення натуральних чисел. За допомогою n-розрядного коду Фібоначчі (1) можна представити все цілі числа в діапазоні від:

$$N_{min}=0=0_n0_{n-1}0_{n-2}\ldots0_20_1 \text{ до } N_{max}=1_n1_{n-1}\ldots1_21_1 \qquad (3)$$

де N_{max} має наступну алгебраїчнуінтерпретацію:

$$N_{max}=F_n+F_{n-1}+F_{n-3}+\ldots+F_2+F_1=F_{n+2}-1 \qquad (4)$$

Таким чином, якщо в класичному двійковому коді за допомогою *n* розрядів можна представити 2^n чисел в діапазоні від *0* до 2^{n-1} за допомогою *n*-розрядного коду Фібоначчі (1) можна представити F_{n+2} чисел в діапазоні від *0* до $F_{n+2}-1$. На відміну від класичного двійкового представлення Код Фібоначчі (1) володіє надлишковістю[7,8]. Його надлишковість проявляється в властивості багатозначного представлення натуральних чисел. Це властивість лежить в основі контролю всіх арифметичних операцій і забезпечує інші важливі технічні переваги даного коду.

Аналіз методів ПФІ на основі кодів Фібоначчі. Алгоритм адитивного моделювання процесу ПФІ будь-якого невідомого значення x вхідної величини в код довільної позиційної системи числення полягає в здійсненні ітераційних процедур порівняння/компарування значення вхідної невідомої величини x з набором значень еталонних величин (мір), що становлять ряд чисел Фібоначчі (1).

Проаналізуємо моделі основних методів ПФІ з адитивним зрівноваженням. Початкове перетворення невідомого значення вхідної величини x як наслідок прикладання ІЕ до i–го моменту перевищення значення суми позиційних мір $\sum F_i$ можливе:

від молодших значень мір F_0 до старших F_i;

від старших значень мір F_{n-1} до молодших F_0;

зворотне перетворення після перевищення значення суми мір $\sum F_i$ значення невідомої вхідної величини x можливе:

від молодших значень мір F_0 до старших значень F_{i-1};

від старших значень мір F_{i-1} до молодших значень F_0.

З вище наведеного можна підсумувати, що існує 4 методи адитивного ПФІ та відповідна кількість можливих алгоритмів порівняння в позиційних системах числення:

1. З додаванням від молодших значень мір до старших + ($F_0 \div F_{i-1}$), для класу яких можливі наступні два методи подальшого зрівноваження після перевищення невідомого значення перетворення x:

1.1 – із відніманням від молодших значень мір до старших – ($F_0 \div F_{i-2}$);

1.2 – із відніманням від старших значень мір до молодших – ($F_{i-2} \div F_0$);

2. З додаванням від старших значень мір до молодших + ($F_{i-1} \div F_0$), для класу яких можливі наступні два методи зворотного порівняння після перевищення невідомого значення x перетворення:

2.1 – із відніманням від молодших значень мір до старших – ($F_0 \div F_{i-2}$);

2.2 – із відніманням від старших значень мір до молодших – ($F_{i-2} \div F_0$).

В таблиці 1 узагальнено методи адитивного порівняння значення вхідної невідомої величини x з набором значень еталонних величин (мір) $\sum F_i$, значення яких становлять ряд Фібоначчі.

Таблиця 1 – Узагальнена класифікація методів адитивного ПФІ на основі кодів Фібоначчі.

<table>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">методи адитивного ПФІ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">додавання</td><td>від молодших значень мір F_0 до старших F_i</td><td>1.1</td><td>1.2</td></tr>
<tr><td>від старших значень мір F_{i-1} до молодших F_0</td><td>2.1</td><td>2.2</td></tr>
<tr><td></td><td>спосіб формування суми мір</td><td>від молодших значень мір F_0 до старших F_{i-2}</td><td>від старших значень мір F_{i-2} до молодших F_0</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">віднімання</td></tr>
</table>

В наступному проаналізуємо методи і відповідні їм алгоритми ПФІ та побудуємо ВРД і таблиці перебігу ПФІ як моделі процесу порівняння.

Аналіз методу ПФІ (1.1) із адитивним формуванням на основі кодів Фібоначчі суми мір $\sum F$і від молодших значень мір F_0 до старших Fі та зворотним зрівноваженням від молодших значень мір F_0 до старших Fі-1**.**

Даний метод передбачає виконання наступних операцій(рис.1):

1) додавання позиційних мір здійснюється від молодших значень F_0 до старших F_i, до i-го моменту осягнення значення суми мір $\sum F_i$, що в результаті його порівняння із невідомим вхідним значенням x по виходу ІЕ формує результат 0 (<);

2) зворотне перетворення значення отриманої суми мір $\sum F_i$ виконується шляхом віднімання попередньо встановлених значень позиційних мір в порядку від молодших значень до старших $F_0, F_1, \ldots, F_{i-1}$ до отримання значення, яке в точці порівняння по виходу ІЕ формує результат 1 (≥);

3) якщо значення сформованої суми мір $\sum F_i$ потрапляє в одиничний проміжок кванту значення x, процес ПФІ завершується, в іншому випадку, в залежності від стану виходу ІЕ, повторюються кроки 1 та 2 до виконання умови попадання значення сформованої суми $\sum F^i$ в одиничний проміжок кванту визначення невідомого значення x.

На рисунку 1, згідно методу (1.1 в табл. 1) формування суми позиційних мір $\sum F_i$ як результат моделювання процесу прикладання ІЕ до точок порівняння значень квантів діапазону перетворення, здійснюється ітераційно в зростаючому порядку від значення нуля, розпочинаючи від молодших розрядних значень мір до i-го ітераційного кроку $F_0, F_1, \ldots, F_i$ перевищення значення сформованої суми $\sum F_i$ вхідного невідомого значення перетворення x, в результаті чого на виході ІЕ буде сформовано значення 0(≤), за яким в наступному здійснюється зворотне прикладання мір, розпочинаючи знову від молодших F_0 до старших значень F_{i-1} значень, поки значення суми $\sum F_i$ не попаде в одиничний проміжок кванту невідомого значення x.

Проаналізуємо приклад, для якого невідоме значення x знаходиться в проміжку кванту [9, 10] що потребує максимальної кількості ітераційних кроків перетворення ($i=12$).

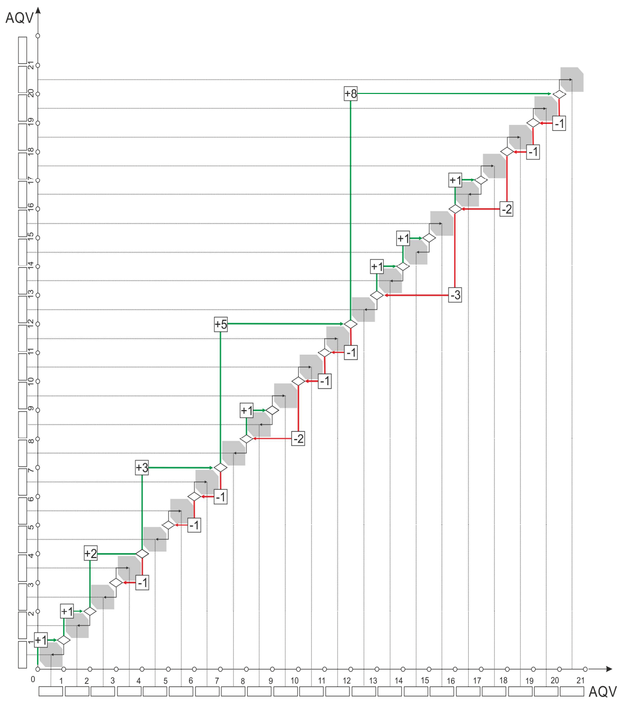

Рисунок 1 – Приклад моделювання процесу ПФІ із адитивним формуванням коду Фібоначчі $\sum F_i$ від молодших значень F_0 до старших F_i та зворотним зрівноваженням від молодших значень мір F_0 до старших F_{i-1} для діапазону перетворення $0 \div F_7$-1.

Крок 1. Прикладання ІЕ до точки $1=(F_0)$, вихідне значення 1(>).

Крок 2. Прикладання ІЕ до точки $2=(F_0+F_1)$, вихідне значення 1(>).

Крок 3. Прикладання ІЕ до точки $4=(F_0+F_1+F_2)$, вихідне значення 1(>).

Крок 4. Прикладання ІЕ до точки $7=(F_0+F_1+F_2+F_3)$, вихідне значення 1(>).

Крок 5. Прикладання ІЕ до точки $12=(F_0+F_1+F_2+F_3+F_4)$, вихідне значення 1(>).

Крок 6. Прикладання ІЕ до точки $20=(F_0+F_1+F_2+F_3+F_4+F_5)$, вихідне значення 0(≤).

Крок 7. Прикладання ІЕ до точки $19=(F_0+F_1+F_2+F_3+F_4+F_5–F_0)$, вихідне значення 0(≤).

Крок 8. Прикладання ІЕ до точки $18=(F_0+F_1+F_2+F_3+F_4+F_5–F_0–F_1)$, вихідне значення 0(≤).

Крок 9. Прикладання ІЕ до точки $16=(F_0+F_1+F_2+F_3+F_4+F_5–F_0–F_1–F_2)$, вихідне значення 0(≤).

Крок 10. Прикладання ІЕ до точки $13=(F_0+F_1+F_2+F_3+F_4+F_5–F_0–F_1–F_2–F_3)$, вихідне значення 0(≤).

Крок 11. Прикладання ІЕ до точки $14=(F_0+F_1+F_2+F_3+F_4+F_5–F_0–F_1–F_2–F_3+F_0)$, вихідне значення 1(>).

Крок 12. Прикладання ІЕ до точки $15=(F_0+F_1+F_2+F_3+F_4+F_5–F_0–F_1–F_2–F_3+F_0+F_1)$, вихідне значення 0(≤).

Таблиця 2- Перебіг процесу ПФІ із адитивним формуванням суми мір ∑Fi від молодших значень F0 до старших Fi та наступним зрівноваженням від молодших значень мір F0 до старших Fi-1.

Ітераційні кроки порівняння/компарування (ПФІ) (*i*=...)															знач-ня кванту ПФІ
x	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	ІЕ	∑*i*	
0	+1												<	1	[0,1)
1	+1	+1											<	2	[1,2)
2	+1	+1	+2	–1									<	4	[2,3)
3	+1	+1	+2	–1									≥	4	[3,4)
4	+1	+1	+2	+3	–1	–1							<	6	[4,5)
5	+1	+1	+2	+3	–1	–1							≥	6	[5,6)
6	+1	+1	+2	+3	–1								≥	5	[6,7)
7	+1	+1	+2	+3	+5	–1	–1	–2					<	8	[7,8)
8	+1	+1	+2	+3	+5	–1	–1	–2	+1				<	9	[8,9)
9	+1	+1	+2	+3	+5	–1	–1	–2	+1				≥	9	[9,10)
10	+1	+1	+2	+3	+5	–1	–1						≥	7	[10,11)
11	+1	+1	+2	+3	+5	–1							≥	6	[11,12)
12	+1	+1	+2	+3	+5	+8	–1	–1	–2	–3			<	10	[12,13)
13	+1	+1	+2	+3	+5	+8	–1	–1	–2	–3	+1		<	11	[13,14)
14	+1	+1	+2	+3	+5	+8	–1	–1	–2	–3	+1	+1	<	12	[14,15)
15	+1	+1	+2	+3	+5	+8	–1	–1	–2	–3	+1	+1	≥	12	[15,16)
16	+1	+1	+2	+3	+5	+8	–1	–1	–2	+1			<	10	[16,17)
17	+1	+1	+2	+3	+5	+8	–1	–1	–2	+1			≥	10	[17,18)
18	+1	+1	+2	+3	+5	+8	–1	–1					≥	8	[19,20)
19	+1	+1	+2	+3	+5	+8							≥	6	[20,21)

В той же час мінімальна кількість ітераційних кроків перетворення, що рівна одиниці, необхідна для перетворення значення *x*, рівного 1, яке знаходиться на початку умовно одиничного діапазону перетворення [0, *N-1]*. В даному пункті побудована ВРД для методу ПФІ на основі кодів Фібоначчі із адитивним формуванням суми мір $\sum F_i$ від молодших значень F_0 до старших F_i та зворотним перетворенням від молодших значень мір F_0 до старших F_{i-1}. Детальна інформація наведена в таблиці 2 про значення, що додаються/знімаються, сумарну кількість кроків, остаточний вихід ІЕ для діапазону перетворення $0 \div F^7$*-1*. Відтворено перебіг процесу ПФІ, що потребує найбільшої кількості кроків. Сумарна кількість кроків для значень наведених в таблиці 2 рівна 137.

Аналіз методу ПФІ (1.2) із адитивним формуванням на основі кодів Фібоначчі суми мір $\sum F_i$ від молодших значень мір F_0 до старших F_i та зворотним зрівноваженням/порівнянням від старших F_{i-1} до молодших значень мір F_0. Згідно даного методу виконується послідовність наступних операцій (рис. 2):

1) додавання позиційних мір здійснюється від молодших значень F_0 до старших F_i, до *i*-го моменту порівняння, в якому отримане значення суми мір $\sum F^i$ перевищує невідоме вхідне значенням *x*, внаслідок чого ІЕ по виходу формує результат 0 (<);

2) зворотне перетворення значення отриманої суми мір $\sum F_i$ виконується шляхом віднімання попередньо встановлених значень позиційних мір в порядку від старших значень до молодших F_{i-1}, F_{i-2},… F_0 до моменту отримання такого значення суми мір $\sum F_i$, внаслідок порівняння якого із невідомим вхідним значенням *x* в точці порівняння ІЕ по виходу формує результат 1 (≥);

3) якщо значення сформованої суми мір $\sum F_i$ потрапляє в одиничний проміжок кванту значення *x*, процес ПФІ завершується, в іншому випадку, в залежності від стану виходу ІЕ, повторюються кроки 1 та 2 до виконання умови попадання значення сформованої суми $\sum F^i$ в одиничний проміжок кванту визначення невідомого значення *x*.

Недоліком даного методу є те, що існують проміжки, в яких, згідно однозначно сформульованих правил виконання алгоритму, неможливо визначити значення невідомої величини *x*, що спричинено відсутністю значень позиційних мір в наборі сформованої суми $\sum F^i$, які, з метою зрівноваження можна було додати чи зняти для попадання в значення кванту невідомої величини *x*. На рис. 2 проміжки невизначеності позначено заштрихованими областями [5,7), [7,9) , [9,12) та [12,20).

Слід підсумувати, що вказаний принциповий недолік унеможливлює здійснення ПФІ в повному діапазоні перетворення методом, визначеним як 1.2 в класифікаційній табл. 1.

Аналіз методу ПФІ (2.1) із адитивним формуванням на основі кодів Фібоначчі суми мір $\sum F_i$ від старших F_i до молодших значень мір F_0 та зворотним зрівноваженням/ порівнянням від старших F_{i-1} до молодших значень мір F_0. Даний метод передбачає необхідність виконання наступних операції (рис. 3):

1) додавання позиційних мір здійснюється від старших значень Fi до молодших Fn, (Fi, Fi-1,…, Fn) до n-го моменту порівняння, в якому отримане значення суми мір ∑Fi перевищує невідоме вхідне значенням x, внаслідок чого ІЕ по виходу формує результат 0 (<);

2) зворотне перетворення значення отриманої суми мір ∑Fi виконується шляхом віднімання попередньо встановлених значень позиційних мір в порядку від молодших значень F0 до старших Fn-1, (F0, F1,…, Fn-1) до моменту отримання такого значення суми мір ∑Fi, внаслідок порівняння якого із невідомим вхідним значенням x в точці порівняння ІЕ по виходу формує результат 1 (≥);

3) якщо значення сформованої суми мір ∑Fi потрапляє в одиничний проміжок кванту значення x, процес ПФІ завершується, в іншому випадку, в залежності від стану виходу ІЕ, повторюються кроки 1 та 2 до виконання умови попадання значення сформованої суми ∑Fi в одиничний проміжок кванту визначення невідомого значення x.

Зворотне зрівноваження, згідно визначених правил алгоритму перетворення є неможливим, тому що на кожному кроці додавання позиційної міри F_i не можна здійснити зворотне перетворення від молодших значень мір до старших, оскільки на відповідних кроках зрівноваження в складі суми мір $\sum F_i$ принципово відсутні значення мір, молодші F_i. Області алгоритмічної семантичної невизначеності на рис. 3 заштриховано в проміжках [0÷18).

Вказаний принциповий недолік унеможливлює здійснення ПФІ в повному діапазоні перетворення методом, визначеним як 2.1 в класифікаційній табл. 1.

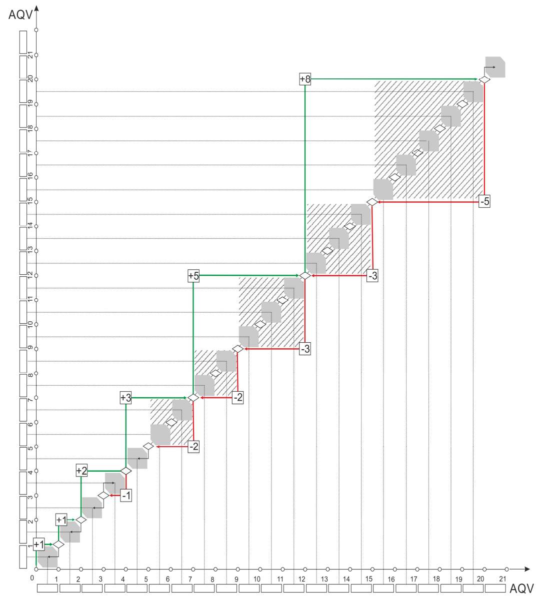

Рисунок 2 –Приклад моделювання процесу ПФІ із адитивним формуванням Фібоначчієвої суми мір $\sum F_i$ від молодших значень F_0 до старших F_i та зворотним перетворенням від старших F_{i-1} до молодших значень мір F_0 для діапазону перетворення $0 \div F_7$-1.

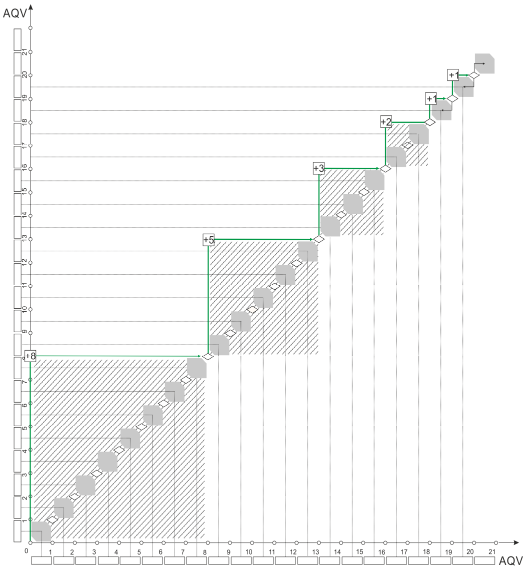

Рисунок 3 – Приклад моделювання процесу ПФІ із адитивним формуванням двійкової суми мір мір $\sum F_i$ від старших F_i до молодших значень мір F_0 та зворотним зрівноваженням від старших F_{i-1} до молодших значень мір F_0.

Аналіз методу ПФІ (2.2) із адитивним формуванням суми мір $\sum F_i$ від старших F_n до молодших значень мір F_i та зворотним перетворенням від старших значень мір F_{i-1} до молодших F_0 . Згідно даного методу виконується послідовність наступних операцій:

1) додавання позиційних мір здійснюється від старших значень F_i до молодших F_n, (F_i, F_{i-1},…, F_n) до *n*-го моменту порівняння, в якому отримане значення суми мір $\sum F_i$ перевищує невідоме вхідне значенням x, внаслідок чого ІЕ по виходу формує результат 0 (<);

2) зворотне перетворення значення отриманої суми мір ∑Fi виконується шляхом віднімання попередньо встановлених значень позиційних мір в порядку від старших значень F_{n-1} до молодших F_0, до моменту отримання такого значення суми мір $\sum F_i$, внаслідок порівняння якого із невідомим вхідним значенням x в точці порівняння ІЕ по виходу формує результат 1 (≥);

Проте, для даного методу (2.2 в табл. 1), аналогічно зображеному на рис. 3, серед значень мір, що формують суму $\sum F_i$ відсутні значення мір, молодші від значення F_{i-1} до F_0 включно, за допомогою яких можна було б здійснити зворотне перетворення до молодших значень, що є принциповим обмеженням, яке унеможливлює здійснення процесу ПФІ.

Вказаний принциповий недолік унеможливлює здійснення ПФІ в повному діапазоні перетворення методом, визначеним як 2.2 в класифікаційній табл. 1.

Особливості кодів Фібоначчі. Представлення чисел в коді Фібоначчі (1) є багатозначним, тобто, кожна двійкова комбінація (2) в коді Фібоначчі представляє деяке натуральне число, в той час як одному і тому ж натуральному числу відповідає деяка множина двійкових комбінацій. Це демонструється з допомогою таблиць 1 і 2.

У Таблиці 4 представлено відображення множини 5-розрядних двійкових комбінацій Ai*(i=0,1,2,3, ..., 31)* на множині цілих чисел: *0,1,2,3, ..., 12*. В таблиці 4 представлено відображення множини цілих чисел *0,1,2,3, ..., 12* на множині 5-розрядних двійкових «фібоначчійовий» комбінацій $A_i(i=0,1,2,3, ..., 31)$.

Як випливає Табл. 3, за допомогою 5-розрядних двійкових комбінацій $A_i(i=0,1,2,3, ..., 31)$ в коді Фібоначчі (1) можна представити 13 цілих чисел від мінімального числа 0 до максимального числа 12. При цьому, як випливає з Табл. 4, всі числа (за винятком мінімального числа 0 =00000 і максимального числа 12 = 11111) мають багатозначне представлення.

Таблиця 3 – Двійкові розрядні комбінації

A_i	5	4	3		2	1	N	A_i	5	4	3	2	1	N
A_0	0	0	0		0	0	0	A_{16}	1	0	0	0	0	5
A_1	0	0	0		0	1	1	A_{17}	1	0	0	0	1	6
A_2	0	0	0		1	0	1	A_{18}	1	0	0	1	0	6
A_3	0	0	0		1	1	2	A_{19}	1	0	0	1	1	7
A_4	0	0	1		0	0	2	A_{20}	1	0	1	0	0	7
A_5	0	0	1		0	1	3	A_{21}	1	0	1	0	1	8
A_6	0	0	1		1	0	3	A_{22}	1	0	1	1	0	8
A_7	0	0	1		1	1	4	A_{23}	1	0	1	1	1	9
A_8	0	1	0		0	0	3	A_{24}	1	1	0	0	0	8
A_9	0	1	0		0	1	4	A_{25}	1	1	0	0	1	9
A_{10}	0	1	0		1	0	4	A_{26}	1	1	0	1	0	9
A_{11}	0	1	0		1	1	5	A_{27}	1	1	0	1	1	10
A_{12}	0	1	1		0	0	5	A_{28}	1	1	1	0	0	10
A_{13}	0	1	1		0	1	6	A_{29}	1	1	1	0	1	11
A_{14}	0	1	1		1	0	6	A_{30}	1	1	1	1	0	11
A_{15}	0	1	1		1	1	7	A_{31}	1	1	1	1	1	12

Таблиця 4 – Відображеня множин

0={A_0}	7={ A_{15} ,A_{19},A_{20}}
1={A_1 ,A_2}	8={ A_{21} ,A_{22},A_{24}}
2={A_3 ,A_4}	9={ A_{23} ,A_{25},A_{26}}
3={A_3 ,A_4 ,A_8}	10={A_{27} ,A_{29}}
4={ A_7 ,A_9,A_{10}}	11={A_{29},A_{30}}
5={ A_{11} ,A_{12},A_{16}}	12={ A_{31}}
6={ A_{13} ,A_{14},A_{17},A_{18}}	

ВИСНОВКИ

За результатами здійсненого аналізу щодо можливості виконання операцій зрівноваження на базі кодів Фібоначчі визначено чотири класи адитивних методів ПФІ

1. з додаванням від молодших значень мір F_0до старших F_i для класу яких можливі наступні два методи подальшого зрівноваження після перевищення невідомого значення перетворення x:

1.1 – із відніманням від молодших значень мір F_0 до старших F_{i-1};

1.2 – із відніманням від старших значень мір F_{i-1} до молодшихF_0;

2. з додаванням від старших значень мір F_{i-1} до молодших F_{n-i-1}, для класу яких можливі наступні два методи зворотного порівняння після перевищення невідомого значення x перетворення:

2.1 – із відніманням від молодших значень мір F_0 до старших F_{n-i-1};

2.2 – із відніманням від старших значень мір F_{n-i-1} до молодших F_0.

Визначено кількісні характеристики складності виконання алгоритму ПФІ (1.1) із адитивним формуванням суми мір $\sum F_i$ від молодших значень мір F_0 до старших F_i та зворотним перетворенням від молодших значень мір F_0 до старших F_{i-1}. Для інших трьох методів встановлено недоліки, які обмежують, їх застосування.

Для кожного з алгоритмів побудовано векторно-розгалужуючі діаграми, що відображають перебіг процесу ПФІ, що відображені на рис. 1, рис. 2, рис. 3, рис. 4. Для алгоритму 1.1 з таблиці 1 наведено процес перебігу для кожного значення з діапазону від 0÷*F7-1*, кількість кроків для окремих значень кінцевий результат порівняння та діапазони входжень. Відображено покроковий приклад, для якого невідоме значення x знаходиться в проміжку кванту (9, 10] що потребує максимальної кількості ітераційних кроків перетворення ($i=12$).

Наведено властивість кодів Фібоначчі, що полягає в багатозначності представлення натуральних чисел, коли одному і тому ж числу відповідає деяка множина кодових комбінацій

1.Стахов А.П., Микропроцессоры Фибоначчи-как одна из базисных инноваций будущего технологического уклада , изменяющих уровень информационной безопасности систем // « Академия Тринитаризма », Москва ., Эл No 77-6567, публ .16759, 16.08.2011. 2.*Стахов А.П. Использование естественной избыточности «фибоначчиевых» систем счисления для контроля вычислительных систем. / А.П. Стахов // Автоматика и вычислительная техника. – 1975. - №6. – С.80-87.* 3.*Petryshyn M.L. Modeling of the TIF processes in binary numeral systems based on the vector-branching diagrams /UKRCON/ / IEEE Xplore Digital Library, in press.* 4.*Арутюнов П.А. Теория и отношение к окружающим yzmerenyi. - М .: Энерхоатомиздат, 1990.-256 с.* 5.*Брянский Л.Н. Метрологию. Шкалы, эталоны, практыка. М .: ВНИИХРТИ. - 2004 г. - 222 с.* 6.*Стахов А.П. Использование естественной избыточности «фибоначчиевых» систем счисления для контроля вычислительных систем. / А.П. Стахов // Автоматика и вычислительная техника. – 1975. - № 6. – С.80-87.* 7.*Воробьев Н.Н. Числа Фибоначчи, Москва ,Наука 1972.* 8.*Hoggat, V.E. Fibonacci and Lucas Numbers, Houghton-Mifflin, Palo Alto, California, 1969.*

Поступила в редакцію 18.04.2017 р.

Рекомендували до друку: докт.техн.наук, проф. Олійник А.П., докт. техн. наук, проф. Райтер П. М.