

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФОРМИ ІНФОРМАЦІЇ ІЗ УНІТАРНИМ ТА РОЗРЯДНО-ПОЗИЦІЙНИМ КОДУВАННЯМ

У роботі визначено базові методи перетворення форми інформації із формуванням вихідних унітарних та розрядно-позиційних кодів. Із застосуванням запропонованого методу моделювання на базі векторно-розгалужених діаграм здійснено візуалізацію перебігу процесів перетворення, визначено властивості та кількісні параметри операційної складності вказаних методів перетворення форми інформації, здійснено їх порівняння.

Ключові слова: перетворення форми інформації, векторно-розгалужені діаграми, унітарна, розрядно-позиційна, система числення.

Впровадження інформаційних технологій є вирішальним фактором підвищення ефективності управління технічними та організаційними системами. Однією із головних системних функцій є перетворення, збір та обробка повідомлень, сформованих джерелами інформації в системі управління. При перетворенні форми інформації (ПФІ) вирішальним є вибір методу формування та кодування цифрових повідомлень, який в стані забезпечити оптимальні техніко-економічні показники засобів ПФІ. На стадії аналізу та обґрунтування вибору методу ПФІ ефективним є застосування технік моделювання процесів перетворення повідомлень. Візуалізація та можливість кількісної оцінки динамічних показників процесів ПФІ виявились ключовими чинниками в виборі та розробці нових методів моделювання, що зумовило актуальність їх дослідження.

Мета проведених досліджень полягала в аналізі методів моделювання на основі векторно-розгалужених діаграм (ВРД), здійсненні графічної візуалізації процесів ПФІ, наданні цілісної інформації про їх перебіг, а також здійсненні кількісної оцінки операційної складності визначених методів ПФІ.

Запропонований метод моделювання на базі ВРД в своїй основі застосовує індикаторне моделювання [1]. Моделювання процесу ПФІ зводиться до ітераційних порівнянь невідомого значення вхідної величини x з заданими визначеним чином значеннями системи «мір», що формуються як сумарне значення на кожному ітераційному кроку процесу перетворення. За результатами процесу ітераційних порівнянь формується кінцевий результат кількісної оцінки операційної складності перетворення невідомого значення величини вхідного параметру [2].

1. Моделювання процесів ПФІ з вихідним унітарним кодом

Унітарне числення та унітарне кодування застосовується в засобах інформаційної техніки для первинного ПФІ та здійснення надійного інфообміну. В унітарному коді довільне число N подається послідовністю одиничних імпульсів, чи то логічних одиниць, кількість яких визначена числовим значенням x вхідного параметру перетворення [3] згідно виразу

$$N = a_{n-1}q^{n-1} + a_{n-2}q^{n-2} + \dots + a_iq^i + \dots + a_2q^2 + a_1q^1 + a_0q^0,$$

де $q = l$ – основа системи числення; a_i – розрядні коефіцієнти, що приймають значення $a_i = \{q-1, 0\} = \{\emptyset, 0\}$.

В практиці унітарне кодування ідентифікується із число-імпульсним кодуванням. Головним обмеженням застосування такої системи числення та кодування є значна надлишковість сформованого кодового поля [4], що зумовлює відповідне інформаційне навантаження на засоби інфообміну, зниження швидкодії та надійності, підвищення затрат обчислювальної потужності на їх перетворення. Проте, згідно природи джерел інформації, більшість із них формує первинне ПФІ власне в унітарні чи унітарно подібні коди, що зумовлює необхідність аналізу ефективності їх застосування в техніці ПФІ. Іншою позитивною властивістю унітарного кодування є високий ступінь завадозахисту

формування повідомлень та інфообміну, що обґрунтовує ефективність його застосування в високо надійній апаратурі або ж в системах спеціального призначення [4].

Результати проведеного аналізу дозволили визначити, що в техніці ПФІ можливо здійснити перетворення двома методами:

- із ітераційним інкрементуванням нульового значення одиничними мірами q до моменту порівняння значення сформованої суми одиничних мір (units) $\sum q$ із вхідним невідомим значенням x . Результатом перетворення є числове значення отриманої суми $\sum q$ в процесі порівняння, яке є еквівалентом вхідного значення x із коефіцієнтом пропорційності кількісного значення одиничної міри q , що в техніці ПФІ визначена як квант підрозбиття вхідного діапазону перетворення $[0 \div N)$;

- із ітераційним декрементуванням максимального значення $N-1$ суми мір діапазону перетворення $[0 \div N)$ одиничними мірами (units) q до моменту порівняння значення залишкової суми $(N-1) - \sum q$ в процесі декрементування значення $N-1$ одиничними мірами $\sum q$ із вхідним невідомим значенням x . В результаті перетворення отримане числове значення залишкової суми $(N-1) - \sum q$ є цифровим еквівалентом значення x .

Здійснимо моделювання та аналіз процесів ПФІ згідно двох вище визначених методів.

1.1 Моделювання процесу ПФІ з унітарним виходом та інкрементуванням нульового значення діапазону перетворення

На рис. 1 наведено приклад ВРД, який відображає модель процесу ПФІ із унітарним вихідним кодом в діапазоні перетворення значень $[0 \div N)$ для $N = 16$. В процесі моделювання здійснюється циклічне прикладання індикаторного елемента (ІЕ) до точок, значення кожної наступної з яких на 1 більше від значення попередньої до виконання умови порівняння/компарування, як результату завершення процесу ПФІ.

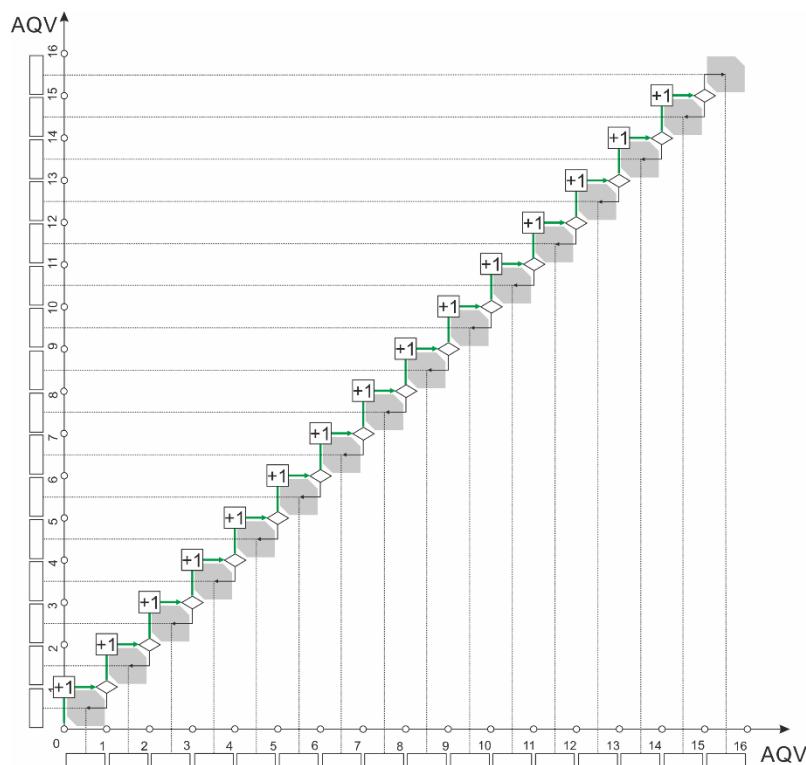


Рис. 1. Приклад ВРД для процесу ПФІ з унітарним виходом та інкрементуванням нульового значення

У таблиці 1 представлений ітераційний перебіг процесу ПФІ для прикладу, наведеного на рис. 1, як послідовність операцій, що необхідно здійснити для визначення невідомого значення x діапазону перетворення $[0 \div N)$, і сумарну кількість кроків перетворення для кожного із числових значень квантів x_i , $i = 1 \div N-1$, а також для повного діапазону $[0 \div N)$.

1.2 Моделювання процесу ПФІ з унітарним виходом та декрементуванням максимального значення діапазону перетворення $N-1$

На рис. 2 зображено приклад моделі ВРД процесу унітарного ПФІ із декрементуванням максимального значення в діапазоні перетворення $[0 \div 16)$.

В процесі моделювання здійснюється циклічне порівняння за допомогою ІЕ невідомої величини x з системою мір, в якій значення кожної наступної суми мір на 1 менше від попереднього, до моменту, коли результат порівняння задовольнить умову завершення процесу ПФІ. Початкове порівняння здійснюється в точці прикладання, що відповідає максимальному значенню суми одиничних мір із наступним декрементуванням її значення.

Таблиця 1

Перебіг процесу ПФІ з унітарним вихідним кодом та інкрементуванням мінімального значення діапазону перетворення

Ітераційні кроки порівняння/компарування (ПФІ) ($i = \dots$)																Значення кванту ПФІ		
i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	знак	$\sum i$	
0	+1															<	1	[0,1)
1	+1	+1														<	2	[1,2)
2	+1	+1	+1													<	3	[2,3)
3	+1	+1	+1	+1												<	4	[3,4)
4	+1	+1	+1	+1	+1											<	5	[4,5)
5	+1	+1	+1	+1	+1	+1										<	6	[5,6)
6	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1									<	7	[6,7)
7	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1								<	8	[7,8)
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1							<	9	[8,9)
9	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1						<	10	[9,10)
10	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1					<	11	[10,11)
11	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1				<	12	[11,12)
12	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1			<	13	[12,13)
13	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1		<	14	[13,14)
14	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	<	15	[14,15)
15	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	\geq	15	[15,16)

Сумарна кількість ітераційних кроків для діапазону $[0 \div 16)$ становить 135.

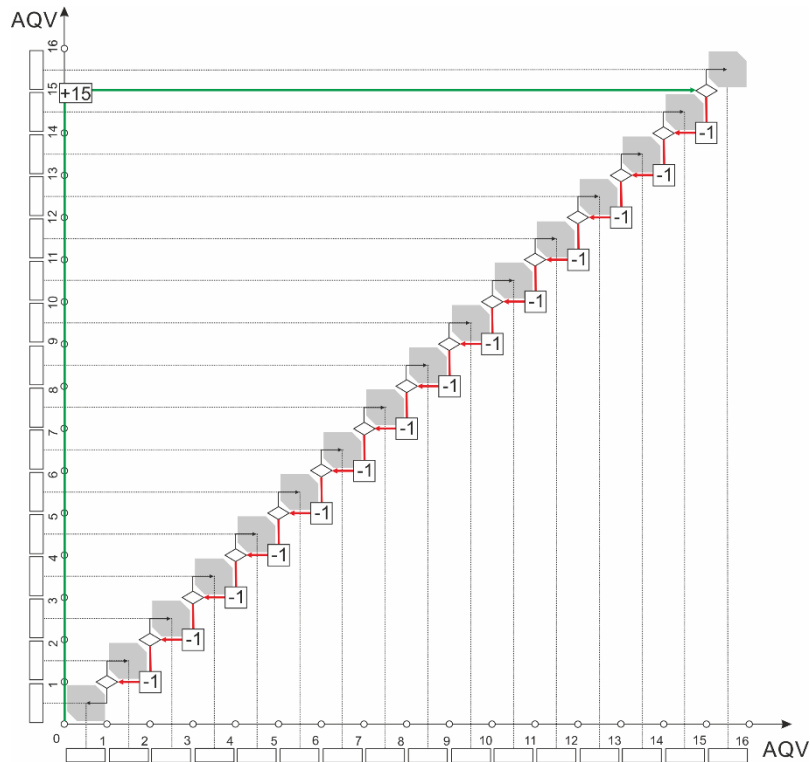


Рис. 2. Приклад ВРД для процесу ПФІ з унітарним виходом та декрементуванням максимального значення діапазону перетворення

У таблиці 2 представлено ітераційний перебіг процесу ПФІ з декрементуванням та унітарним перетворенням для прикладу, наведеного на рис. 2, як послідовність операцій, що необхідно здійснити для визначення невідомого значення x діапазону перетворення $[0 \div N)$, і сумарну кількість кроків перетворення для кожного із числових значень $x_i, i = I \div N - I$ та для повного діапазону перетворення $[0 \div N)$.

Таблиця 2

**Перебіг процесу ПФІ в унітарному численні
з декрементуванням максимального значення діапазону перетворення**

i	Ітераційні кроки порівняння/компарування (ПФІ) ($i = \dots$)															знак	$\sum i$	Значення кванту ПФІ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
0	+15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	<	15	[0,1)
1	+15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	\geq	15	[1,2)
2	+15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		\geq	14	[2,3)
3	+15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			\geq	13	[3,4)
4	+15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				\geq	12	[4,5)
5	+15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1					\geq	11	[5,6)
6	+15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						\geq	10	[6,7)
7	+15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1							\geq	9	[7,8)
8	+15	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1								\geq	8	[8,9)
9	+15	-1	-1	-1	-1	-1	-1									\geq	7	[9,10)
10	+15	-1	-1	-1	-1											\geq	6	[10,11)
11	+15	-1	-1	-1												\geq	5	[11,12)
12	+15	-1	-1													\geq	4	[12,13)
13	+15	-1														\geq	3	[13,14)
14	+15															\geq	2	[14,15)
15	+15															\geq	1	[15,16)

Сумарна кількість ітераційних кроків для діапазону $[0 \div 16)$ становить 135.

2 Моделювання ПФІ з вихідним розрядно-позиційним кодом

На відміну від позиційних систем числення із значеннями розрядних позицій, що є степеневим рядом основи системи числення q , в розрядно-позиційному (Р-П) коді значення розрядних позицій становлять упорядкований ряд натуральних чисел. Принцип позиційності визначає кількісне значення величини перетворення єдиною одиницею в паралельному форматі N розрядів коду, позиція якої є числовим відповідником значення величини перетворення:

$$N = a_{N-1}N-1 + a_{N-2}N-2 + \dots + a_i i + \dots + a_2 2 + a_1 1 + a_0 0,$$

де $q = N-1, N-2, \dots, i, \dots, 2, 1, 0$ – значення ваг розрядних позицій системи числення; $a_i = \{1, 0\}$ – значення розрядних коефіцієнтів.

Властивістю Р-П системи числення, аналогічно, як і унітарної, є значна надлишковість коду, зумовлена форматом повідомлень N розрядів, що призводить до значного апаратного ускладнення засобів ПФІ.

Результати проведеного аналізу дозволили визначити, що в техніці ПФІ із Р-П вихідним кодом можливо здійснити первинне перетворення двома методами:

1) ітераційне збільшення значення натурального ряду чисел від наймолодшого значення 0 до старших до i -го моменту порівняння сформованого значення Р-П коду із невідомим значенням вхідної величини x .

2) ітераційне зменшення від найстаршого значення ряду натуральних чисел $N-1$ до молодших до i -го моменту порівняння сформованого значення Р-П коду із невідомим значенням вхідної величини x . Кількість операцій порівняння i пропорційна кількісному значенню невідомої величини x .

Складність процесу ПФІ визначається кількістю операцій, яку необхідно здійснити під час компарування невідомого значення x значеннями ряду q_{i-1} .

2.1 Моделювання процесу ПФІ з вихідним розрядно-позиційним кодом методом зростаючого формування абсолютних значень порівняння

На рис. 3 наведено приклад ВРД процесу ПФІ із Р-П вихідним кодом методом зростаючого формування абсолютних значень порівняння в діапазоні перетворення вхідних значень $[0 \div 16)$. В процесі моделювання здійснюється циклічне прикладання ІЕ до кожної з точок вказаного діапазону.

Перехід від кожної поточної точки до наступної здійснюється шляхом знімання міри із поточним значенням та встановленням міри із наступним значенням (табл. 3) до моменту виконання умови порівняння/компарування як завершення процесу ПФІ.

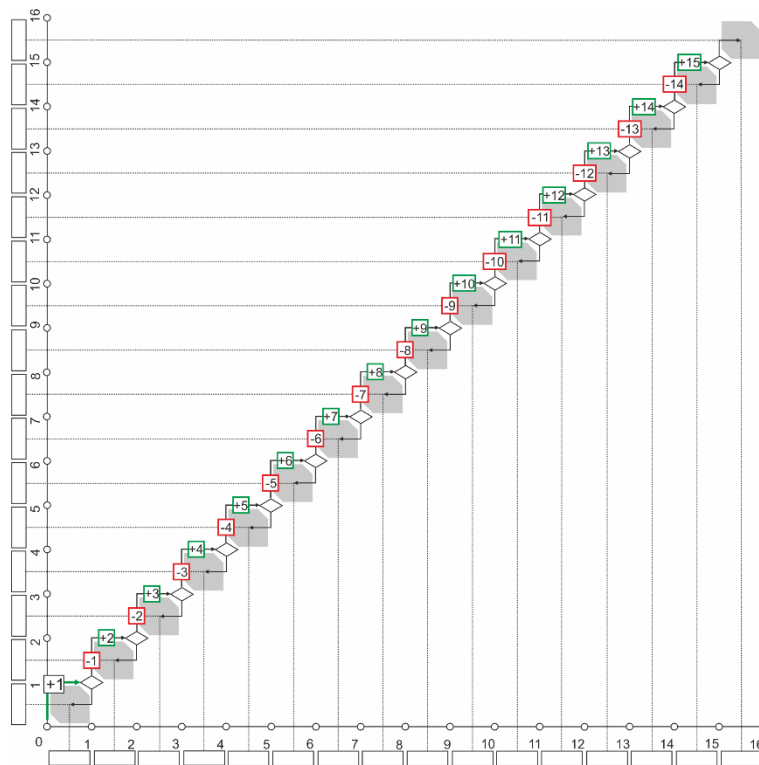


Рис. 3. Приклад ВРД процесу ПФІ із Р-П кодуванням вихідних даних методом зростаючого формування абсолютних значень порівняння

Таблиця 3

Перебіг процесу ПФІ з вихідним Р-П кодом методом зростаючого формування абсолютних значень порівняння/компарування

Ітераційні кроки порівняння/компарування (ПФІ) ($i = \dots$)																	Значення кванту ПФІ	
x	l	2	3	4	5	6	7	8	9	...	...	26	27	28	29	знак	$\sum i$	
0	+1															<	1	[0,1)
1	+1	-1	+2													<	3	[1,2)
2	+1	-1	+2	-2	+3											<	5	[2,3)
3	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4									<	7	[3,4)
4	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5							<	9	[4,5)
5	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	...						<	11	[5,6)
6	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	...						<	13	[6,7)
7	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	...						<	15	[7,8)
8	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	...						<	17	[8,9)
9	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	...						<	19	[9,10)
10	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	...						<	21	[10,11)
11	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	...						<	23	[11,12)
12	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	...	...					<	25	[12,13)
13	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	...	...	-13	+14			<	27	[13,14)
14	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	...	...	-13	+14	-14	+15	<	29	[14,15)
15	+1	-1	+2	-2	+3	-3	+4	-4	+5	...	...	-13	+14	-14	+15	\geq	29	[15,16)

Даний метод характеризується надлишковими операціями додавання/знімання, що необхідно здійснювати при переході між суміжними позиціями. Сумарна кількість ітераційних кроків становить 254.

2.2 Моделювання процесу ПФІ з вихідним Р-П кодом методом спадаючого формування абсолютних значень порівняння/компарування

На рис. 4 наведено приклад ВРД процесу ПФІ із Р-П кодуванням вихідних даних методом спадаючого формування абсолютних значень порівняння в діапазоні перетворення значень $[0 \div 16]$. В процесі моделювання здійснюється ітераційне прикладання ІЕ до кожної з точок вказаного діапазону.

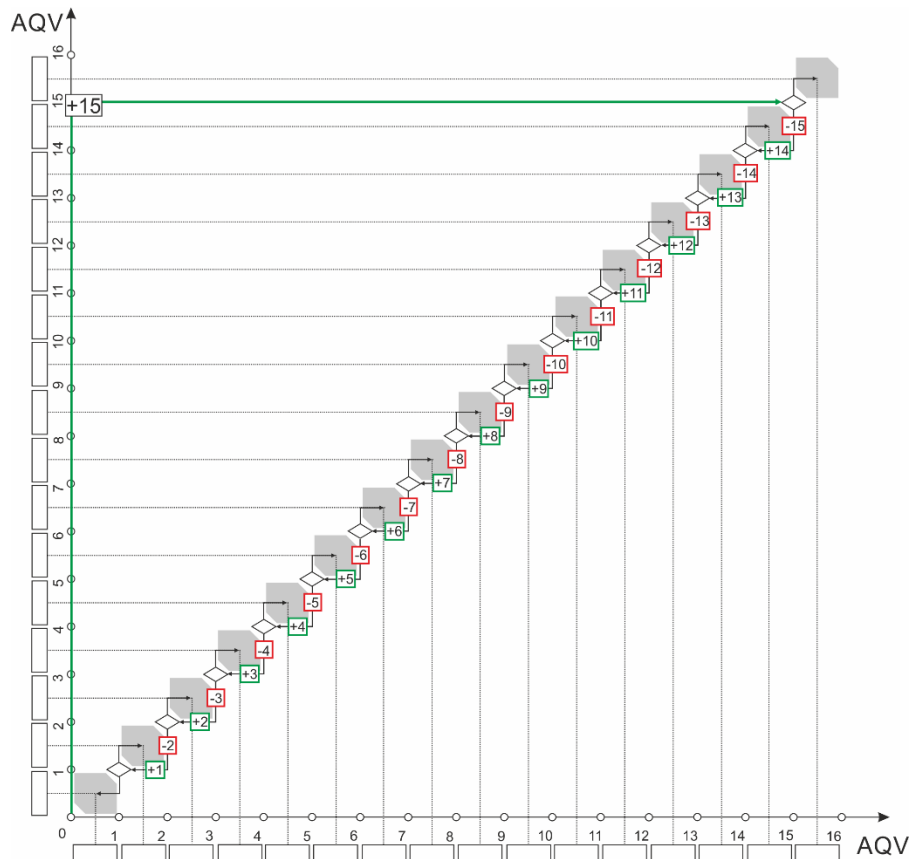


Рис. 4. Приклад ВРД процесу ПФІ із Р-П кодуванням вихідних даних методом спадаючого формування абсолютних значень

У таблиці 4 представлено ітераційний перебіг процесу ПФІ із Р-П кодуванням вихідних даних методом спадаючого формування абсолютних значень для прикладу, наведеного на рис. 4. Даний метод характеризується надлишковими операціями додавання/знімання, які необхідно виконати при переходах між суміжними значеннями. Сумарна кількість ітераційних кроків становить 315.

Таблиця 4

Перебіг процесу ПФІ із Р-П кодом вихідних даних методом спадаючого формування абсолютних значень

Ітераційні кроки порівняння/компарування (ПФІ) ($i=...$)																Значення кванту ПФІ		
x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	...	26	27	28	29		знак	$\sum i$
0	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11	...	...	-3	+2	-2	+1	<	29	[0,1)
1	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11	...	...	-3	+2	-2	+1	\geq	29	[1,2)
2	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11	...	...	-3	+2			\geq	27	[2,3)
3	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11	...	...					\geq	25	[3,4)
4	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11	...						\geq	23	[4,5)
5	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11	...						\geq	21	[5,6)
6	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11	...						\geq	19	[6,7)
7	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11	...						\geq	17	[7,8)
8	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11	...						\geq	15	[8,9)
9	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11	...						\geq	13	[9,10)
10	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11	...						\geq	11	[10,11)
11	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12	-12	+11							\geq	9	[11,12)
12	+15	-15	+14	-14	+13	-13	+12									\geq	7	[12,13)
13	+15	-15	+14	-14	+13											\geq	5	[13,14)
14	+15	-15	+14													\geq	3	[14,15)
15	+15															\geq	1	[15,16)

Висновки і перспективи досліджень. У роботі здійснено моделювання процесів ПФІ на основі запропонованого методу ВРД, який дозволяє здійснити графічну візуалізацію процесів ПФІ. У ході дослідження побудовано ВРД, за якими здійснено аналіз процесів ПФІ для наступних двох методів та їх підкласів:

- 1) моделювання процесів ПФІ з вихідним унітарним кодом та:
 - 1.1) інкрементуванням нульового значення діапазону перетворення;
 - 1.2) декрементуванням максимального значення $N-1$ діапазону перетворення $[0 \div N)$;
- 2) моделювання процесів ПФІ з вихідним розрядно-позиційним кодом:
 - 2.1) в зростаючому порядку формування абсолютних значень;
 - 2.2) в спадаючому порядку формування абсолютних значень.

Визначено сумарну кількість кроків для кожного з методів:

- метод 1.1 – кількість кроків 135;
- метод 1.2 – кількість кроків 135;
- метод 2.1 – кількість кроків 254;
- метод 2.2 – кількість кроків 315.

За отриманими результатами можна підсумувати, що проаналізовані методи ПФІ із унітарним та розрядно-позиційним виходами відносяться до єдиного класу методів ПФІ, який характеризується надлишковістю формованого кодового поля, що зумовлена природною необхідністю застосування формату кодових повідомлень розрядності N , і, як наслідок, відповідною кількістю операцій перетворення, що спричиняє до зниження швидкодії. За результатами кількісних оцінок операційної складності процесів ПФІ можна визначити, що унітарні методи ПФІ є більш ефективними в порівнянні з розрядно-позиційними, проте природна властивість формування повідомлень в форматі N розрядів визначає перспективу дослідження ефективності застосування методів перетворення в інших системах кодування повідомлень на базі запропонованого методу ВРД моделювання.

Список використаних джерел

1. Стахов А. П. Введение в алгоритмическую теорию измерения / А. П. Стахов. — М. : Советское Радио, 1977. — 288 с.
2. Петришин М. Л. Застосування векторно-розгалужуючих схем в моделюванні процесів ПФІ / II Міжнародна конференція «Комп'ютерна алгебра та інформаційні технології», Тези доповідей / Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. — Одеса, 2016. — 60 с.
3. Борисенко О. А. Лекції з дискретної математики (множини і логіка) : навч. посіб. / О. А. Борисенко. — 3-тє вид., випр. і доп. — Суми : Університетська книга, 2002. — 180 с.
4. Петришин Л. Б. К определению свойств унитарной системы счисления / Л. Б. Петришин, А. А. Борисенко // *Електроніка та системи управління*. — № 3 (17). — 2008. — С. 64—69.

Mykhailo PETRYSHYN, Viktor ROVINSKYI

Ivano-Frankivsk

MODELLING OF INFORMATION FORM TRANSFORMATION PROCESSES WITH UNARY AND BIT-POSITIONAL CODING

In this paper defines the basic methods of information form transformation with the formation of output in unary and bit-positional codes. Performed the visualization of transformation processes flow using the proposed modelling method based on vector-branching diagrams, for the given information form transformation methods defined the properties, quantitative parameters of operational complexity and completed their comparison.

Key words: information form transformation, vector-branching diagrams, unary, bit-positional, numeral system.

Михаил ПЕТРИШИН, Виктор РОВИНСКИЙ

г. Ивано-Франковск

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФОРМЫ ИНФОРМАЦИИ С УНИТАРНОЙ И РАЗРЯДНЫЕ-ПОЗИЦИОННЫЙ КОДИРОВАНИЯ

В работе определены базовые методы преобразования формы информации с формированием выходных унитарных и разрядно-позиционных кодов. С применением предложенного метода моделирования на базе векторно-разветвленных диаграмм осуществлено визуализацию течения процессов преобразования, определены свойства и количественные параметры операционной сложности указанных методов преобразования формы информации, осуществлено их сравнения.

Ключевые слова: преобразование формы информации, векторно-разветвленные диаграммы, унитарное, разрядно-позиционная система счисления.

Стаття надійшла до редколегії 14.03.2017