3. Воробієнко П.П. Аналіз обсягів технологічної інформації комунікаційних протоколів систем, що взаємодіють, у мережах з комутацією пакетів [Текст] / П.П. Воробієнко, М.І. Струкало, С.М. Струкало // Зв'язок. – 2011. – № 2. – С. 13-18.
4. Моделирование процессов формирования служебной информации при передаче данных в сетях с коммутацией пакетов [Текст] / П.П. Воробиенко, М.И. Струкало, И.Ю. Рожновская, С.М. Струкало // Наукові праці ОНАЗ. – 2009. – № 1. – С. 3-12.
5. Воробиенко П.П. Обобщенная информационная модель взаимодействия систем инфокоммуникаций [Текст] / П.П. Воробиенко, М.И. Струкало // Электросвязь. – 2004. – № 6. – С. 24-26.
6. Парамонов А.А. Методика оценки эффективности информационных систем с использованием технологий открытых систем (на примере сетевой среды банка) [Электронный ресурс]: автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.13.13 "Телекоммуникационные системы и компьютерные сети" / А.А. Парамонов. – М., 2006. – 24 с. – Режим доступа: http://www.ineum.ru/download/areft.doc.
7. Воробієнко П.П. Деякі граничні співвідношення в мережах з комутацією пакетів [Текст] / П.П. Воробієнко // Радиотехника. – Харьков: ХНУРЕ, 2002. – Вып. 125. – С. 170-173.
8. Струкало С.М. Анализ критериев оценки информационной избыточности протоколов взаимодействующих телекоммуникационных систем [Текст] / С.М. Струкало // Інфокомунікації: проблеми та перспективи розвитку: матер. Міжнародної наук.-практ. конф., 8-10 верес. 2010 р. Одеса. – Одеса: ВМВ, 2010. – С. 76-78.

УДК 681.30001.571

МЕТОД УМНОЖЕНИЯ В БАЗОВЫХ НЕЙРОАВТОМАТНО-СЕТЕВЫХ СТРУКТУРАХ "УМНОЖЕНИЕ"

О.И. Филиппенко
Кандидат технических наук
Кафедра телекоммуникационных систем*
Контактный тел.: (057) 702-14-21

И.О. Филиппенко
Кафедра "Автоматизация проектирования вычислительной техники"*
*Харьковский национальный университет радиоэлектроники
пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166

Запропоновано метод множення цілих чисел на додатні дійсні числа менші одиниці у базових нейроавтоматно-мережних структурах "Множення" і відповідний засіб подання цих чисел

Ключові слова: базові нейроавтоматно-мережні структури, множина, упорядкована пара, цілі числа, невід'ємні дійсні числа, множення

Предложен метод умножения целых чисел на положительные действительные числа меньшие единицы в базовых нейроавтоматно-сетевых структурах "Умножения" и соответствующий способ представления этих чисел

Ключевые слова: базовые нейроавтоматно-сетевые структуры, множества, упорядоченная пара, целые числа, неотрицательные действительные числа, умножение

This article presents a method of multiplication of integers by positive real numbers less than 1 in the base neuro-automaton network structures of "Multiplication" and the corresponding technique of representing these numbers

Key words: base neuroautomaton-network structures, set, ordered pair, integers, non-negative real numbers, multiplication

Введение

Узлами нейроавтоматной сети [1] являются базовые нейроавтоматно-сетевые структуры (БНАСС). Каждая БНАСС предназначена для выполнения определенной математической операции. БНАСС "Умножение" представляет собой два множества M_1, M_2, элементы которых имеют конечное и одинаковое число состояний. При помощи встроенного в БНАСС "Умножение" механизма предопределенно-случайного взаимодействия элементов множеств M_1 и M_2 между собой осуществляется операция целочисленного умножения и деления на целое число.

1. Постановка задачи

БНАСС "Умножение" не имеет операции умножения целых чисел на числа из числового промежутка $]0,1[= \{c \in \mathbf{P} | 0 < c < 1\}$.

Для этого необходимо число $c \in]0,1[$ преобразовать к виду:

$$c \simeq r = \sum_{i=1}^{r} \frac{1}{m_i}, \quad (1)$$

где m_i – целые числа.

Это позволит осуществить следующее преобразование $A \times c \Rightarrow A \times \sum_{j=1}^{r} \frac{1}{m_j}$.

2. Решение задачи

Прежде всего, необходимо определить множество целых чисел M, сформированных по определенному правилу.

Предлагается следующая зависимость формирования чисел (m_i):

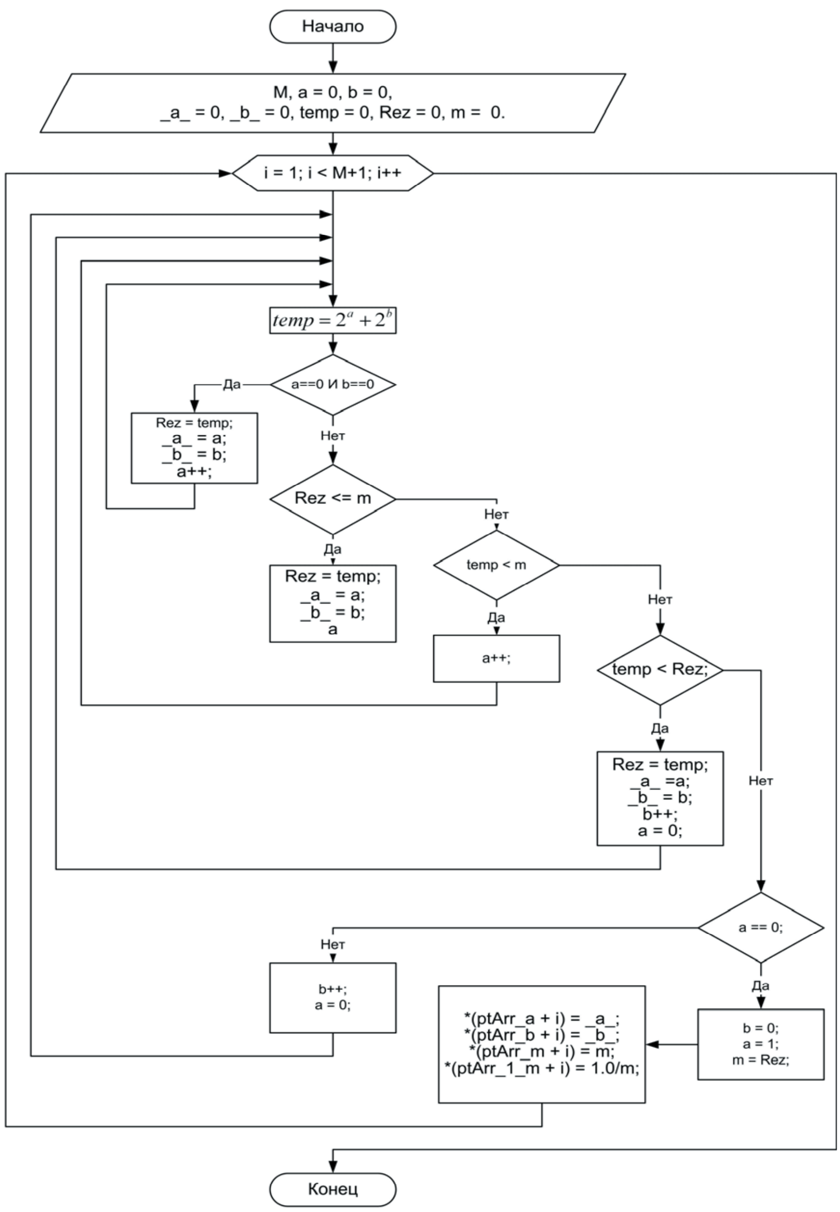

Рис. 1. Алгоритм нахождения упорядоченного множества U

$$m_i = 2^{a_i} \times 2^{b_i} \quad (2)$$

где $m_i, a_i, b_i \in \mathbf{I}$ - множество целых чисел.

Каждой упорядоченной паре $\langle a_i, b_i \rangle$ ставится в соответствие элемент упорядоченного множества $m_i \in \mathbf{U}$, в котором выполняется условие:

$$m_{i-1} < m_i < m_{i+1} \quad (3)$$

Алгоритм формирования упорядоченной последовательности (3) показан на рис. 1, где: M – число элементов множества U; a, b – текущие показатели степени 2 и 5; _a_, _b_ – вычисленные соответствующие пары $\langle a_i, b_i \rangle$; temp – вспомогательная переменная; Rez – результирующее значение $2^{-a_-} \times 5^{-b_-}$; m – $m_i = 2^{a_i} \times 5^{b_i}$ элемент в процессе вычисления упорядоченного множества U.

В качестве примера в табл. 1 приведены значения a_i, b_i, и полученные значения m_i, $1/m_i$ для $i = [\overline{1,36}]$.

Алгоритм преобразования чисел $c \in]0,1[$ в виде суммы ряда (1), и обратного преобразования – вычисления числа (c) путем вычисления суммы найденного ряда, представлен на рис. 2.

В алгоритме, представленном на рис. 2 использованы следующие обозначения: nmbr – заданное положительное действительное число меньшее единицы; *ptArr_1_m – указатель на массив, содержащий значения 1/m (см. (4)); DF_epsilon – допустимая ошибка; summ, tempsumm – вспомогательные переменные; cnt – число итераций; indx_1_m – индекс массива по которому определяется значение 1/m; nmbrindx - значение 1/m; calculNmbr – вычисленное значение (1).

Под прямым преобразованием числа $c \in]0,1[$ понимается его представление в виде суммы конечного ряда как:

$$c \to \sum_{i=1}^{k} \frac{1}{m_i}\Big|_{m_i \in \mathbf{U}} \quad (4)$$

Под обратным преобразованием числа понимается вычисление числа $r \in]0,1[$ как:

$$r = \sum_{i=1}^{k} \frac{1}{m_i} \quad (5)$$

В табл. 2 приведены результаты прямого и обратного преобразования чисел (c), (r) и сравнительный анализ их между собой. Так же приведены результаты моделирования прямого преобразования числа (c) (т.е. нахождения $1/m_j$ составляющих), результаты обратного преобразования в виде вычисленных значений (r) для заданных значений точности вычислений (β).

Таблица 1

Значения a_i, b_i, и полученные значения mi, 1/mi для $i = [\overline{1,36}]$

i	a	b	m	1/m
1	0	0	1	1
2	1	0	2	0.5
3	2	0	4	0.25
4	0	1	5	0.2
5	3	0	8	0.125
6	1	1	10	0.1
7	4	0	16	0.0625
8	2	1	20	0.05
9	0	2	25	0.04
10	5	0	32	0.03125
11	3	1	40	0.025
12	1	2	50	0.02
13	6	0	64	0.015625
14	4	1	80	0.0125
15	2	2	100	0.01
16	0	3	125	0.008
17	7	0	128	0.0078125
18	5	1	160	0.00625
19	3	2	200	0.005
20	1	3	250	0.004
21	8	0	256	0.00390625
22	6	1	320	0.003125
23	4	2	400	0.0025
24	2	3	500	0.002
25	9	0	512	0.00195313
26	0	4	625	0.0016
27	7	1	640	0.0015625
28	5	2	800	0.00125
29	3	3	1000	0.001
30	10	0	1024	0.000976563
31	1	4	1250	0.0008
32	8	1	1280	0.00078125
33	6	2	1600	0.000625
34	4	3	2000	0.0005
35	11	0	2048	0.000488281
36	2	4	2500	0.0004

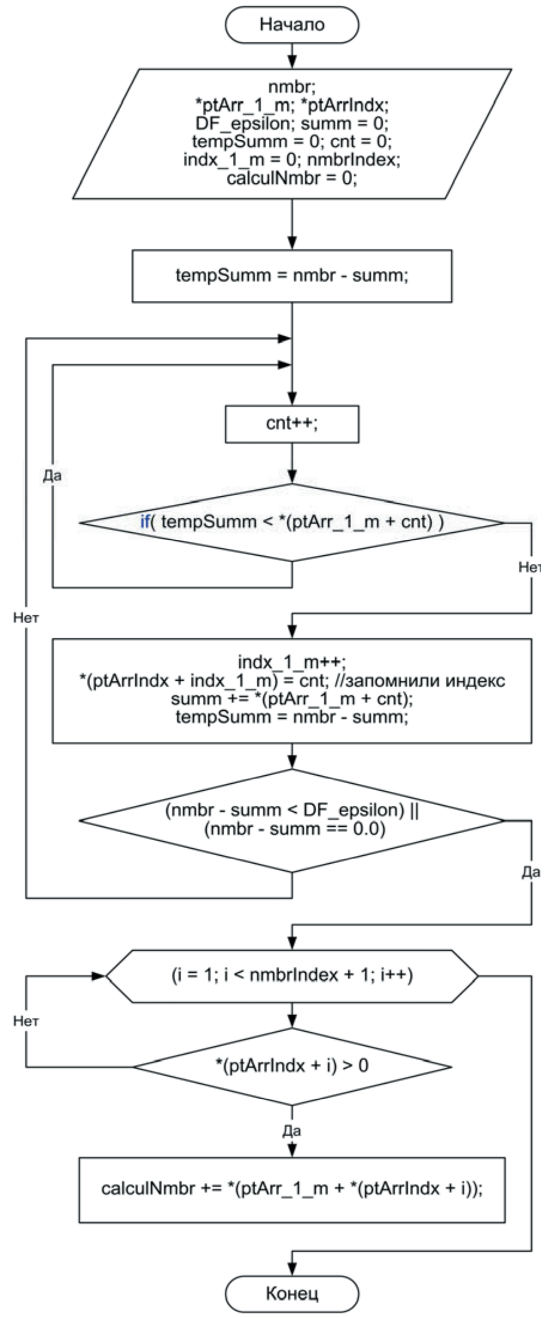

Рис. 2. Алгоритм прямого и обратного преобразования числа $c \in]0,1[$

Таблица 2

Результаты прямого и обратного преобразования чисел "c" и "r", соответственно

c	$1/m_i$							
	$1/m_1$	$1/m_2$	$1/m_3$	$1/m_4$	$1/m_5$	$1/m_6$	r	β
0.719632	05	0.2	0.015625	0.004	$6.4*10^{-6}$	$5.12*10^{-7}$	0.719632	0.0000001
0.719632	05	0.2	0.015625	0.004	$6.4*10^{-6}$	-	0.719631	0.000001
0.719632	05	0.2	0.015625	0.004	-	-	0.719625	0.00001
0.719632	05	0.2	0.015625	0.004	-	-	0.719625	0.0001
0.719632	05	0.2	0.015625	0.004	-	-	0.719625	0.001
0.719632	05	0.2	0.015625	-	-	-	0.719625	0.01

Тогда, умножение целого числа (A) на число (c) меньшее единицы может быть представлено как:

$$A\times c \simeq A\times r = \sum_{i=1}^{k}\frac{A}{m_i}\Big|m_{i\in U} \quad (6)$$

В БНАСС "Умножение" реализованы операция умножения целого числа на целое число и операция деления по модулю целого числа на целое число [1]. Результатом операции умножения является целое число, а операции деления – целая часть от деления целого числа на целое число.

С учетом вышесказанного уравнение (6) примет следующий вид:

$$A\times c \simeq A\times r = \sum_{i=1}^{k}\left\langle\frac{A}{m_i}\right\rangle \quad (7)$$

где $\langle * \rangle$ – операция взятия целой части от числа, заключенного в треугольные скобки.

Из анализа формулы (7) следует, что слагаемые $\left\langle\frac{A}{m_i}\right\rangle$ при $A < m_i$ обращаются в нуль. Поэтому, для получения правильного результата операции

$$A\times r = \sum_{i=1}^{k}\left\langle\frac{A}{m_i}\right\rangle \quad (8)$$

с заданной точностью, необходимо правую часть (8) умножить на целое положительное число (10^d), результат суммы разделить на масштабный коэффициент (10^d), и найти такое значение степени (d) при котором выполняется следующее условие:

$$\left(A\times c - \frac{\sum_{i=1}^{k}\left\langle\frac{A10^d}{m_i}\right\rangle}{10^d}\right) < \beta\,, \quad (9)$$

где β – заданная ошибка.

$$A\times r = \frac{\sum_{i=1}^{k}\left\langle\frac{A10^d}{m_i}\right\rangle}{10^d}\,. \quad (10)$$

В табл. 3 приведены результаты вычисления $A\times c$ и $A\times r$ для заданных (A), (c) и вычисленных значений r для найденных значений (d) степени 10, при которой выполняется условие (9).

В табл. 4 приведены m_j составляющие числа r, вычисленные в результате преобразования числа (c) суммой конечного ряда (5).

Приведенные результаты вычислений подтверждают правильность предложенного метода умножения целых чисел на числа $A\in\left]0,1\right[$ в БНАСС "Умножение".

Таблица 3

Результаты вычисления $A\times c$ и $A\times r$ предложенным методом

A	c	A×c	r	10d	A×r	(A×c) – (A×r)	β
100	0.157	15.7	0.157	104	15.7	0.0	0.0000001
100	0.35721	35.721	0.35721	103	35.721	$7.10543*10^{-15}$	0.00001
100	0.7777	77.77	0.7777	104	77.77	1.*10-5	0.00001
100	0.999999	99.9999	0.999999	106	99.9999	8.*10-8	0.00001
100	0.719632	71.9632	0.719632	106	71.9632	9.*10-6	0.00001

Таблица 4

Составляющие (m_j) чисел r, приведенных в табл. 3

r	m_i								
0.157	8	32	1600	8000					
0.35721	4	10	160	1250	6250				
0.7777	2	4	40	400	5120	250800	1562500		
0.999999	2	4	5	25	125	512	25000	200000	1250000
0.719632	2	5	64	250	156250	1953125			

Выводы

Предложено представление числа из диапазона $\left]0,1\right[= \{c\in \mathbf{P} \,|\, 0<c<1\}$ в виде суммы дробей, числители которых равны единице, а знаменатели представлены постоянно возрастающие целые числа, принадлежащие множеству, сформированному по определенному алгоритму.

Предложена операция умножения целых чисел на числа из диапазона $\left]0,1\right[= \{c\in \mathbf{P} \,|\, 0<c<1\}$ в виде $A\times c \simeq A\times r = \sum_{j=1}^{k}\left\langle\frac{A}{m_j}\right\rangle$.

Предложенный метод позволил решить задачу умножения целых чисел на числа из диапазона $\left]0,1\right[= \{c\in \mathbf{P} \,|\, 0<c<1\}$ в БНАСС "Умножение". Результаты компьютерного моделирования подтвердили правильность решения поставленной задачи.

Литература

1. Филиппенко О.И. Биологические, искусственные и нейроавтоматные сети – сравнительный анализ, Часть 3. Искусственные нейроавтоматные сети / О.И. Филиппенко, И.Г. Филиппенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2005. - №4/2 (16). - С.29 – 41.