

Министр науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования**

«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет информационных технологий и программирования

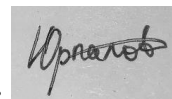
Лабораторная работа №1

Название работы: Выполнение арифметических операций с двоичными числами

Выполнила студентка группы № М3105

Юрпалов Сергей Николаевич

Подпись:



Проверил:

Повышев Владислав Вячеславович

Санкт-Петербург
2020

Текст задания

Домашнее задание № 1

Выполнение арифметических операций с двоичными числами.

Цель задания - овладеть простейшими навыками перевода чисел в различные системы счисления и выявить ошибки, возникающие из-за их ограниченной разрядности.

- По заданному варианту исходных данных получить набор десятичных чисел: $X_1=A$, $X_2=C$, $X_3=A+C$, $X_4=A+C+C$, $X_5=C-A$, $X_6=65536-X_4$, $X_7=-X_1$, $X_8=-X_2$, $X_9=-X_3$, $X_{10}=-X_4$, $X_{11}=-X_5$, $X_{12}=-X_6$. Выполнить перевод десятичных чисел X_1, \dots, X_{12} в двоичную систему счисления, получив их двоичные эквиваленты B_1, \dots, B_{12} соответственно. Для представления двоичных чисел B_1, \dots, B_{12} использовать 16-разрядный двоичный формат со знаком. Для контроля правильности перевода выполнить обратный перевод двоичных чисел в десятичные и подробно проиллюстрировать последовательность прямого и обратного перевода для чисел X_1 , B_1 , X_7 и B_7 .
- Выполнить следующие сложения двоичных чисел: B_1+B_2 , B_2+B_3 , B_7+B_8 , B_8+B_9 , B_2+B_7 , B_1+B_8 . Для представления слагаемых и результатов сложения использовать 16-разрядный двоичный формат со знаком. Результаты сложения перевести в десятичную систему счисления, сравнить с соответствующими десятичными числами. Дать подробные комментарии полученным результатам.

Операнд	Номер варианта						
	1	2	3	4	5	6	7
A	2006	6390	4186	1818	5238	2262	6582
C	15452	14940	15772	16924	15900	16028	17436
Операнд	Номер варианта						
	8	9	10	11	12	13	14
A	4154	2902	1722	2774	5302	2294	1978
C	16162	18006	16988	15388	14972	16064	15516
Операнд	Номер варианта						
	15	16	17	18	19	20	21
A	2998	6518	2678	5238	4314	2422	1754
C	16288	15260	16160	14932	15420	17500	17820

Решение с комментариями:

1 Задание:

X:

X1 = 4154 // Выводится корректно

X2 = 16162 // Выводится корректно

X3 = 20316 // Выводится корректно

X4 = -29058 (36478 должно вывести) // Ошибка при выводе суммы, т.к. выводимое число занимает больше 15 бит, в результате для записи числа используется ячейка знака, что даёт нам неверный вывод

X5 = 12008 // Выводится корректно

X6 = 29058 // Выводится корректно

X7 = -4154 // Выводится корректно

X8 = -16162 // Выводится корректно

X9 = -20316 // Выводится корректно

X10 = 29058 (-36478 должно вывести) // Ошибка при выводе суммы, т.к. выводимое число занимает больше 15 бит, в результате для записи числа используется ячейка знака, что даёт нам неверный вывод

X11 = -12008 // Выводится корректно

X12 = -29058 // Выводится корректно

B:

B1 = 0 001000000111010

B2 = 0 011111100100010

B3 = 0 100111101011100

B4 = 1 000111001111110

B5 = 0 010111011101000

B6 = 0 111000110000010

B7 = 1 110111111000110

B8 = 1 100000011011110

B9 = 1 011000010100100

B10 = 0 111000110000010

B11 = 1 101000100011000

B12 = 1 000111001111110

Перевод $X_1 \rightarrow B_1$ и $X_7 \rightarrow B_7$:

$$X_1 = 4154$$

$$\begin{array}{r|l} 4154 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 4154 & 2077 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 0 & 2076 & 1038 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 1 & 1038 & 519 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 0 & 518 & 259 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 1 & 258 & 129 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 1 & 128 & 64 & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 1 & 64 & 32 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 0 & 32 & 16 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 0 & 16 & 8 & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 0 & 8 & 4 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 0 & 4 & 2 & 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 0 & 2 & 1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 0 & 1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

Для заполнения 16-битовой
имеем добавим среди
значащие нули.
Значение бита, отвечающего
за знак также "0".

$$B_1 = 0 \ 001000000111010$$

$$X_7 = -4154$$

представление положитель. числа

$$0001000000111010_2 = 4154_{10}$$

Получим. код (обратн. код \bar{x}_2)

$$+ \begin{array}{r} 111011111000101 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 111011111000110 \\ \hline \end{array} =$$

$$= -4154_{10}$$

Перевод B1 \rightarrow X1 и B7 \rightarrow X7:

$$B_1 = 0 \ 0010000000111010$$

$$X_1 = 0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^6 + \dots + 1 \cdot 2^{12} + 0 \cdot 2^{13} + 0 \cdot 2^{14} = 4154$$

Знак "+", т.е. бит, отвечающий за знак, равен 0.

~~$$B_7 = 1 \ 0010000000111010$$~~

~~$$X_7 = - (0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^6 + \dots + 1 \cdot 2^{12} + 0 \cdot 2^{13} + 0 \cdot 2^{14}) = -4154$$~~

~~Знак "-", т.е. бит, отвечающий за знак, равен 1.~~

$$B_7 = 1 \ 11011111000110$$

Обратный код:

представление положитель.
числа

$$\begin{array}{r} 111011111000110 \\ \underline{1} \end{array}$$

$$0001000000011101$$

$$111011111000101$$

$$X_7 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^{12} = 4154$$

2 Задание:

$B1 + B2 = 20316$ // Выводится корректно

$B2 + B3 = -29058$ (36478 должно вывести) // Ошибка при выводе суммы, т.к. выводимое число занимает больше 15 бит, в результате для записи числа используется ячейка знака, что даёт неверный вывод

$B7 + B8 = -20316$ // Выводится корректно

$B8 + B9 = 29058$ (-36478 должно вывести) // Ошибка при выводе суммы, т.к. выводимое число занимает больше 15 бит, в результате для записи числа используется ячейка знака, что даёт неверный вывод

$B2 + B7 = 12008$ // Выводится корректно

$B1 + B8 = -12008$ // Выводится корректно

Handwritten calculations showing binary addition for various bit patterns $B1$ through $B9$. The calculations are performed in binary and then converted to decimal for verification.

$B1 + B2 = 20316$

Binary addition:

$$\begin{array}{r} 0001000000111010 \\ + 0011111100100010 \\ \hline 0100111101011100 \end{array}$$

(переводим в 10сс по обыч. правилам)

$B2 + B3 = -29058$

Binary addition:

$$\begin{array}{r} 001111100100010 \\ + 01011101011100 \\ \hline 1001110111110 \end{array}$$

(переводим в 10сс из-за переноса)

$B7 + B8 = -20316$

Binary addition:

$$\begin{array}{r} 111011111000110 \\ + 1100000011011110 \\ \hline 101100010100100 \end{array}$$

(переводим в 10сс так: перенос см. из-за переноса)

$B8 + B9 = 29058$

Binary addition:

$$\begin{array}{r} 1100000011011110 \\ + 1011000010100100 \\ \hline 0111000110000010 \end{array}$$

(переводим по обыч. правилам)

$B2 + B7 = 12008$

Binary addition:

$$\begin{array}{r} 001111100100010 \\ + 111011111000110 \\ \hline 0010111011101000 \end{array}$$

(переводим по обыч. правилам)

$B1 + B8 = -12008$

Binary addition:

$$\begin{array}{r} 0001000000111010 \\ + 1100000011011110 \\ \hline 1101000100011000 \end{array}$$

(переводим так: перенос)