Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет

Информационных Технологий, Механики и Оптики

МФКТиУ, кафедра ПИиКТ

Лабораторная работа №2 по "Информатике"

Выполнение арифметических операций над двоичными числами

Выполнил: Данилов Павел

Преподаватель: Балакшин Павел Валерьевич

Группа: Р3110

Вариант: 9

Санкт-Петербург

2020 г.

**Задание.**

1. По заданному варианту получить набор десятичных чисел X1=A, X2=C, X3= A+C, X4 = A+C+C, X5 = C-A, X6 = 65536-X4, X7 =-X1, X8 =-X2, X9 =-X3, X10 = -X4, X11 = -X5, X12 = -X6.
2. Выполнить перевод десятичных чисел Х1, …, X6 в двоичную систему счисления, получив их двоичные эквиваленты В1, …, В6 соответственно. Не использовать при этом никакой формат представления данных, не использовать разрядную сетку.
3. Используя 16-разрядный формат со знаком и полученные в предыдущих пунктах задания двоичные числа В1, …, В6 (т.е. при необходимости дополнить числа B1, …, B6 ведущими нулями и однозначно интерпретировать эти числа в 16-разрядном двоичном формате со знаком), вычислить двоичные числа B7, …, B12: B7 = -B1, B8 = -B2, B9 = -B3, B10 = - B4, B11 = -B5, B12 = -B6. Отрицательные числа представлять в дополнительном коде.
4. Найти область допустимых значений для данного двоичного формата.
5. Выполнить обратный перевод всех двоичных чисел B1, …, B12 (используя 16-разрядный двоичный формат со знаком) в десятичные и прокомментировать полученные результаты.
6. Выполнить следующие сложения двоичных чисел: B1 + B2, B2 + B3, B2 + B7, B7 + B8, B8 + B9, B1 + B8, B11 + B3 (итого, 7 операций сложения). 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 (т. е. сравнить с суммой слагаемых, представленных в десятичной системе: B1 + B2 vs X1 + X2).
7. В отчёте (письменно, а не устно при ответе) дать подробные комментарии полученным результатам (к каждому результату сложения) как в таблице 2.6 из книги «Введение в микроЭВМ». Расставить 6 флагов состояния.
8. При выставлении вспомогательного флага переноса (межтетрадный перенос – AF=Auxiliary Carry Flag) учитывать перенос не между 7-м и 8-м битами, а между 3-м и 4-м битами результата. При выставлении флага чётности PF учитывать только младший байт.
9. Проверить, что все пункты задания выполнены и выполнены верно.

**Выполнение.**

**Задание 1**

X1 = 411 X7 = -411

X2 = 25531 X8 = -25531

X3 = 25942 X9 = -25942

X4 = 51473 X10 = -51473

X5 = 25120 X11 = -25120

X6 = 14063 X12 = -14063

**Задание 2**

X1 -> B1 X2 -> B2 X3 -> B3

411 / 2 = 205 (1) 25531 / 2 = 12765 (1) 25942 / 2 = 12971 (0)

205 / 2 = 102 (1) 12765 / 2 = 6382 (1) 12971 / 2 = 6485(1)

102 / 2 = 51 (0) 6132 / 2 = 3191 (0) 6485 / 2 = 3242 (1)

51 / 2 = 25 (1) 3191 / 2 = 1595 (1) 3242 / 2 = 1621 (0)

25 / 2 = 12 (1) 1595 / 2 = 797 (1) 1621 / 2 = 810 (1)

12 / 2 = 6 (0) 797 / 2 = 398 (1) 810 / 2 = 405 (0)

6 / 2 = 3 (0) 398 / 2 = 199 (0) 405 / 2 = 202 (1)

3 / 2 = 1 (1) 199 / 2 = 99 (1) 202 / 2 = 101 (0)

1 / 2 = 0 (1) 99 / 2 = 49 (1) 101 / 2 = 50 (1)

B1 = 1100110112 49 / 2 = 24 (1) 50 / 2 = 25 (0)

24 / 2 = 12 (0) 25 / 2 = 12 (1)

12 / 2 = 6 (0) 12 / 2 = 6 (0)

6 / 2 = 3 (0) 6 / 2 = 3 (0)

3 / 2 = 1 (1) 3 / 2 = 1 (1)

1 / 2 = 0 (1) 1 / 2 = 0 (1)

B2 = 1100011101110112 B3 = 1100101010101102

X4 -> B4 X5 -> B5 X6 -> B6

51473 / 2 = 25736 (1) 25120 / 2 = 12560 (0) 14063/ 2 = 7031 (1)

25736 / 2 = 12868 (0) 12560 / 2 = 6280 (0) 7031 / 2 = 3515 (1)

12868 / 2 = 6434 (0) 6280 / 2 = 3140 (0) 3515 / 2 = 1757 (1)

6434 / 2 = 3217 (0) 3140 / 2 = 1570 (0) 1757 / 2 = 878 (1)

3217 / 2 = 1608 (1) 1570 / 2 = 785 (0) 878 / 2 = 439 (0)

1608 / 2 = 804 (0) 785 / 2 = 392 (1) 439 / 2 = 219 (1)

804 / 2 = 402 (0) 392 / 2 = 196 (0) 219 / 2 = 109 (1)

402 / 2 = 201 (0) 196 / 2 = 98 (0) 109 / 2 = 54 (1)

201 / 2 = 100 (1) 98 / 2 = 49 (0) 54 / 2 = 27 (0)

100 / 2 = 50 (0) 49 / 2 = 24 (1) 27 / 2 = 13 (1)

50 / 2 = 25 (0) 24 / 2 = 12 (0) 13 / 2 = 6 (1)

25 / 2 = 12 (1) 12 / 2 = 6 (0) 6 / 2 = 3 (0)

12 / 2 = 6 (0) 6 / 2 = 3 (0) 3 / 2 = 1 (1)

6 / 2 = 3 (0) 3 / 2 = 1 (1) 1 / 2 = 0 (1)

3 / 2 = 1 (1) 1 / 2 = 0 (1) B6 = 110110111011112

1 / 2 = 0 (1) B5 = 1100010001000002

B4 = 11001001000100012

**Задание 3**

B1 = 0000.0001.1001.10112 B1инв = 1111.1110.0110.01002 B7 = 1111.1110.0110.01012

B2 = 0110.0011.1011.10112 B2инв = 1001.1100.0100.01002 B8 = 1001.1100.0100.01012

B3 = 0110.0101.0101.01102 B3инв = 1001.1010.1010.10012 B9 = 1001.1010.1010.10102

B4 = 1100.1001.0001.00012 B4инв = 0011.0110.1110.11102 B10 = 0011.0110.1110.11112

B5 = 0110.0010.0010.00002 B5инв = 1001.1101.1101.11112 B11 = 1001.1101.1110.00002

B6 = 0011.0110.1110.11112 B6инв = 1100.1001.0001.00002 B12 = 1100.1001.0001.00012

**Задание 4**

Область допустимых значений: [-2­15; 215-1], то есть [-32768; 32767]

**Задание 5**

B1 -> X1

0000.0001.1001.10112= 1 + 2 + 8 + 16 + 128 + 256 = 41110

X1 -> B1  
411 / 2 = 205 (1)

205 / 2 = 102 (1)

102 / 2 = 51 (0)

51 / 2 = 25 (1)

25 / 2 = 12 (1)

12 / 2 = 6 (0)

6 / 2 = 3 (0)

3 / 2 = 1 (1)

1 / 2 = 0 (1)

41110 = 0000.0001.1001.10112

B2 -> X2

0110.0011.1011.10112= 1 + 2 + 8 + 16 + 32 + 128 + 256 + 512 + 8192 + 16384 = 2553110

B3 -> X3

0110.0101.0101.01102= 2 + 4 + 16 + 64 + 256 + 1024 + 8192 + 16384 = 2594210

B4 -> X4

1100.1001.0001.00012= 1 + 16 + 256 + 2048 + 16384 + (-32768) = -1406310

(не равно X4, так как X4 > 32767 и в результате операции происходит переполнение)

B5 -> X5

0110.0010.0010.00002 = 32 + 512 + 8192 + 16384 = 2512010

B6 -> X6

0011.0110.1110.11112= 1 + 2 + 4 + 8 + 32 + 64 + 128 + 512 + 1024 + 4096 +8192 = 1406310

B7 -> X7

1111.1110.0110.01012 = 1 + 4 + 32 + 64 + 512 + 1024 + 2048 + 4096 + 8192 + 16384 + (-32768) = -411

X7 -> B7

-411– отрицательное, переведём 411 в двоичную систему счисления, инвертируем и прибавим 1.

41110 = 0000.0001.1001.10112 -> 1111.1110.0110.01002 -> 1111.1110.0110.01012

-41110 = 1111.1110.0110.01012

B8 -> X8

1001.1100.0100.01012= 1 + 4 + 64 + 1024 + 2048 + 4096 + (-32768) = -2553110

B9 -> X9

1001.1010.1010.10102 = 2 + 8 + 32 + 128 + 512 + 2048 + 4096 + (-32768) = -2594210

B10 -> X10

0011.0110.1110.11112= 1 + 2 + 4 + 8 + 32 + 64 + 128 + 512 + 1024 + 4096 + 8192 = 1406310

(не равно X10), так как X10 < -32768, ПЕРЕПОЛНЕНИЕ)

B11 -> X11

1001.1101.1110.00002 = 32 + 64 + 128 + 256 + 1024 + 2048 + 4096 + (-32768) = -2512010

B12 -> X12

1100.1001.0001.00012 = 1 + 16 + 256 + 2048 + 16384 + (-32768) = -1406310

**Задания 6-9**

B1 + B2

0000.0001.1001.1011 B1 = 41110 SF = 0; ZF = 0; PF = 1; AF = 1; CF = 0; OF = 0

+ 0110.0011.1011.1011 B2 = 2553110

0110.0101.0101.0110 Z = 2594210 Результат корректный

Z = 0110.0101.0101.01102 = 2 + 4 + 16 + 64 + 256 + 1024 + 8192 + 16384 = 2594210

X1 + X2 = 2594210 = Z = B1 + B2

B2 + B3

0110.0011.1011.1011 B2 = 2553110 SF = 1; ZF = 0; PF = 1; AF = 1; CF = 0; OF = 1

+ 0110.0101.0101.0110 B3 = 2594210 При сложении положительных чисел получен

1100.1001.0001.0001 Z = -1406310 отрицательный результат. ПЕРЕПОЛНЕНИЕ!

Z = 1100.1001.0001.00012 = 1 + 16 + 256 + 2048 + 16384 + (-32768) = -1406310

X2 + X3 = 5147310 ≠ -14063 = Z = B2 + B3

B2 + B7

0110.0011.1011.1011 B2 = 2553110 SF = 0; ZF = 0; PF = 0; AF = 1; CF = 1; OF = 0

+ 1111.1110.0110.0101 B7 = -41110 Перенос из старшего разряда не учитывается

1.0110.0010.0010.0000 Z = 2512010 Результат корректный

Z = 0110.0010.0010.00002 = 32 + 512 + 8192 + 16384 = 2512010

X2 + X7 = 2512010 = Z = B2 + B7

B7 + B8

1111.1110.0110.0101 B7 = -41110 SF = 1; ZF = 0; PF = 1; AF = 0; CF = 1; OF = 0

+ 1001.1100.0100.0101 B8 =-2553110 *Перенос из старшего разряда не учитывается*

1.1001.1010.1010.1010 Z =-2594210 Результат корректный

Z = 1001.1010.1010.1000­2 = 2 + 8 + 32 + 128 + 512 + 2048 + 4096 + (-32768) = -2594210

X7 + X8 = -2594210 = Z = B7 + B8

B8 + B9

1001.1100.0100.0101 B8 =-2553110 SF = 0; ZF = 0; PF = 0; AF = 0; CF = 1; OF = 1

+ 1001.1010.1010.10102 B9 =-2594210 При сложении отрицательных чисел получен поло-

1.0011.0110.1110.1111 Z = 1406310 жительный результат. ПЕРЕПОЛНЕНИЕ!

Z = 0011.0110.1110.11112= 1 + 2 + 4 + 8 + 32 + 64 + 128 + 512 + 1024 + 4096 + 8192 = 1406310

X8 + X9 = -5147310 ≠ 14063 = Z = B8 + B9

B1 + B8

0000.0001.1001.1011 B1 = 41110 SF = 1; ZF = 0; PF = 0; AF = 1; CF = 0; OF = 0

+ 1001.1100.0100.0101 B8 =-2553110

1001.1101.1110.0000 Z =-2512010 Результат корректный

Z = 1001.1101.1110.00002 = 32 + 64 + 128 + 256 + 1024 + 2048 + 4096 + (-32768) = -2512010

X1 + X8 = -2512010 = Z = B1 + B8

B11 + B3

1001.1101.1110.0000 B11=-2512010 SF = 0; ZF = 0; PF = 1; AF = 0; CF = 1; OF = 0

+ 0110.0101.0101.0110 B3 = 2594210 Перенос из старшего разряда не учитывается

1.0000.0011.0011.0110 Z = 82210 Результат корректный

Z = 0000.0011.0011.01102= 2 + 4 + 16 + 32 + 256 + 512 = 82210

X11 + X3 = 82210 = Z = B11 + B3

**Выводы.**

В ходе выполнения лабораторной работы я понял принципы сложения чисел вычислительной техникой, а также научился выявлять ошибки, возникающие из-за ограниченной разрядности.