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: Анищенко Анатолий

Группа: Р3112

Вариант: 1

Санкт-Петербург

2018 г.

**Задание.**

1. По заданному варианту исходных данных 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 X1, …, X6 в двоичную систему счисления, получив их двоичные эквиваленты B1, …, B6 соответственно.
3. Используя 16-разрядный двоичный формат со знаком и полученные в предыдущем пункте задания двоичные числа B1, …, B6 (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. Найти область допустимых значений для данного двоичного формата.
4. Выполнить обратный перевод всех двоичных чисел B1, …, B12 (используя 16-разрядный двоичный формат со знаком) в десятичные и прокомментировать полученные результаты. Также подробно проиллюстрировать последовательность прямого и обратного перевода для чисел X1, B1, X7 и B7.
5. 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). 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. 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.

**Выполнение.**

**Задание 0**

X1 = 614 X7 = -614

X2 = 31276 X8 = -31276

X3 = 31890 X9 = -31890

X4 = 63166 X10 = -63166

X5 = 30662 X11 = -30662

X6 = 2370 X12 = -2370

**Задание 1**

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

614 / 2 = 307 (0) 31276 / 2 = 15638 (0) 31890 / 2 = 15945 (0)

307 / 2 = 153 (1) 15638 / 2 = 7819 (0) 15945 / 2 = 7972 (1)

153 / 2 = 76 (1) 7819 / 2 = 3909 (1) 7972 / 2 = 3986 (0)

76 / 2 = 38 (0) 3909 / 2 = 1954 (1) 3986 / 2 = 1993 (0)

38 / 2 = 19 (0) 1954 / 2 = 977 (0) 1993 / 2 = 996 (1)

19 / 2 = 9 (1) 977 / 2 = 488 (1) 996 / 2 = 498 (0)

9 / 2 = 4 (1) 488 / 2 = 244 (0) 498 / 2 = 249 (0)

4 / 2 = 2 (0) 244 / 2 = 122 (0) 249 / 2 = 124 (1)

2 / 2 = 1 (0) 122 / 2 = 61 (0) 124 / 2 = 62 (0)

1 / 2 = 0 (1) 61 / 2 = 30 (1) 62 / 2 = 31 (0)

B1 = 10011001102 30 / 2 = 15 (0) 31 / 2 = 15 (1)

15 / 2 = 7 (1) 15 / 2 = 7 (1)

7 / 2 = 3 (1) 7 / 2 = 3 (1)

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

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

B2 = 1111010001011002 B3 = 1111100100100102

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

63166 / 2 = 31583 (0) 30662 / 2 = 15331 (0) 2370 / 2 = 1185 (0)

31583 / 2 = 15791 (1) 15331 / 2 = 7665 (1) 1185 / 2 = 592 (1)

15791 / 2 = 7895 (1) 7665 / 2 = 3832 (1) 592 / 2 = 296 (0)

7895 / 2 = 3947 (1) 3832 / 2 = 1916 (0) 296 / 2 = 148 (0)

3947 / 2 = 1973 (1) 1916 / 2 = 958 (0) 148 / 2 = 74 (0)

1973 / 2 = 986 (1) 958 / 2 = 479 (0) 74 / 2 = 37 (0)

986 / 2 = 493 (0) 479 / 2 = 239 (1) 37 / 2 = 18 (1)

493 / 2 = 246 (1) 239 / 2 = 119 (1) 18 / 2 = 9 (0)

246 / 2 = 123 (0) 119 / 2 = 59 (1) 9 / 2 = 4 (1)

123 / 2 = 61 (1) 59 / 2 = 29 (1) 4 / 2 = 2 (0)

61 / 2 = 30 (1) 29 / 2 = 14 (1) 2 / 2 = 1 (0)

30 / 2 = 15 (0) 14 / 2 = 7 (0) 1 / 2 = 0 (1)

15 / 2 = 7 (1) 7 / 2 = 3 (1) B6 = 1001010000102

7 / 2 = 3 (1) 3 / 2 = 1 (1)

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

1 / 2 = 0 (1) B5 = 1110111110001102

B4 = 11110110101111102

**Задание 2**

B1 = 0000.0010.0110.01102 B1инв = 1111.1101.1001.10012 B7 = 1111.1101.1001.10102

B2 = 0111.1010.0010.11002 B2инв = 1000.0101.1101.00112 B8 = 1000.0101.1101.01002

B3 = 0111.1100.1001.00102 B3инв = 1000.0011.0110.11012 B9 = 1000.0011.0110.11102

B4 = 1111.0110.1011.11102 B4инв = 0000.1001.0100.00012 B10 = 0000.1001.0100.00102

B5 = 0111.0111.1100.01102 B5инв = 1000.1000.0011.10012 B11 = 1000.1000.0011.10102

B6 = 0000.1001.0100.00102 B6инв = 1111.0110.1011.11012 B12 = 1111.0110.1011.11102

Область допустимых значений: от -2­15 до 215-1, то есть от -32768 до 32767

**Задание 3**

B1 -> X1

0000.0010.0110.01102 = 2 + 4 + 32 + 64 + 512 = 61410

X1 -> B1  
614 / 2 = 307 (0)

307 / 2 = 153 (1)

153 / 2 = 76 (1)

76 / 2 = 38 (0)

38 / 2 = 19 (0)

19 / 2 = 9 (1)

9 / 2 = 4 (1)

4 / 2 = 2 (0)

2 / 2 = 1 (0)

1 / 2 = 0 (1)

61410 = 0000.0010.0110.01102

B2 -> X2

0111.1010.0010.11002 = 4 + 8 + 32 + 512 + 2048 + 4096 + 8192 + 16384 = 3127610

B3 -> X3

0111.1100.1001.00102 = 2 + 16 + 128 + 1024 + 2048 + 4096 + 8192 + 16384 = 3189010

B4 -> X4

1111.0110.1011.11102 = 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 128 + 512 + 1024 + 4096 + 8192 + 16384 + (-32768) = -237010

(не равно X4, так как X4 > 32767, ПЕРЕПОЛНЕНИЕ)

B5 -> X5

0111.0111.1100.01102 = 2 + 4 + 64 + 128 + 256 + 512 +1024 + 4096 + 8192 + 16384 = 3066210

B6 -> X6

0000.1001.0100.00102 = 2 + 64 + 256 + 2048 = 237010

B7 -> X7

1111.1101.1001.10102 = 2 + 8 + 16 + 128 + 256 + 1024 + 2048 + 4096 + 8192 + 16384 + (-32768) = -614

X7 -> B7

-614 – отрицательное, переведём 614 в двоичную систему счисления, инвертируем и прибавим 1.

61410 = 0000.0010.0110.01102 -> 1111.1101.1001.1001 -> 1111.1101.1001.10102

-61410 = 1111.1101.1001.10102

B8 -> X8

1000.0101.1101.01002 = 4 + 16 + 64 + 128 + 256 + 1024 + (-32768) = -3127610

B9 -> X9

1000.0011.0110.1110­2 = 2 + 4 + 8 + 32 + 64 + 256 + 512 + (-32768) = -3189010

B10 -> X10

0000.1001.0100.00102 = 2 + 64 + 256 + 2048 = 237010

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

B11 -> X11

1000.1000.0011.10102 = 2 + 8 + 16 + 32 + 2048 + (-32768) = -30662

B12 -> X12

1111.0110.1011.11102 = 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 128 + 512 + 1024 + 4096 + 8192 + 16384 + (-32768) = -237010

**Задание 4**

B1 + B2

0000.0010.0110.0110 B1 = 61410 SF = 0; ZF = 0; PF = 0; AF = 1; CF = 0; OF = 0

+ 0111.1010.0010.1100 B2 = 3127610

0111.1100.1001.0010 Z = 3189010 Результат корректный

Z = 0111.1100.1001.00102 = 2 + 16 + 128 + 1024 + 2048 + 4096 + 8192 + 16384 = 3189010

X1 + X2 = 3189010 = Z = B1 + B2

B2 + B3

0111.1010.0010.1100 B2 = 3127610 SF = 1; ZF = 0; PF = 1; AF = 0; CF = 0; OF = 1

+ 0111.1100.1001.0010 B3 = 3189010 При сложении положительных чисел получен отри-

1111.0110.1011.1110 Z = -237010 цательный результат. ПЕРЕПОЛНЕНИЕ!

Z = 1111.0110.1011.11102 = 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 128 + 512 + 1024 + 4096 + 8192 + 16384 + (-32768) = -237010

X2 + X3 = 6316610 ≠ -2370 = Z = B2 + B3

B2 + B7

0111.1010.0010.1100 B2 = 3127610 SF = 0; ZF = 0; PF = 1; AF = 1; CF = 1; OF = 0

+ 1111.1101.1001.1010 B7 = -61410 Перенос из старшего разряда не учитывается

1.0111.0111.1100.0110 Z = 3066210 Результат корректный

Z = 0111.0111.1100.01102 = 2 + 4 + 64 + 128 + 256 + 512 + 1024 + 4096 + 8192 + 16384 = 3066210

X2 + X7 = 3066210 = Z = B2 + B7

B7 + B8

1111.1101.1001.1010 B7 = -61410 SF = 1; ZF = 0; PF = 0; AF = 0; CF = 1; OF = 0

+ 1000.0101.1101.0100 B8 =-3127610 Перенос из старшего разряда не учитывается

1.1000.0011.0110.1110 Z =-3189010 Результат корректный

Z = 1000.0011.0110.1110­2 = 2 + 4 + 8 + 32 + 64 + 256 + 512 + (-32768) = -3189010

X7 + X8 = -3189010 = Z = B7 + B8

B8 + B9

1000.0101.1101.0100 B8 =-3127610 SF = 0; ZF = 0; PF = 1; AF = 1; CF = 1; OF = 1

+ 1000.0011.0110.1110 B9 =-3189010 При сложении отрицательных чисел получен поло-

1.0000.1001.0100.0010 Z = 237010 жительный результат. ПЕРЕПОЛНЕНИЕ!

Z = 0000.1001.0100.0010­2 = 2 + 64 + 256 + 2048 = 237010

X8 + X9 = -6316610 ≠ 2370 = Z = B8 + B9

B1 + B8

0000.0010.0110.0110 B1 = 61410 SF = 1; ZF = 0; PF = 1; AF = 0; CF = 0; OF = 0

+ 1000.0101.1101.0100 B8 =-3127610

1000.1000.0011.1010 Z =-3066210 Результат корректный

Z = 1000.1000.0011.10102 = 2 + 8 + 16 + 32 + 2048 + (-32768) = -3066210

X1 + X8 = -3066210 = Z = B1 + B8

B11 + B3

1000.1000.0011.1010 B11=-3066210 SF = 1; ZF = 0; PF = 1; AF = 0; CF = 0; OF = 1

+ 0111.1100.1001.0010 B3 = 3189010 Перенос из старшего разряда не учитывается

1.0000.0100.1100.1100 Z = 122810 Результат корректный

Z = 0000.0100.1100.11002 = 4 + 8 + 64 + 128 + 1024 = 122810

X11 + X3 = 122810 = Z = B11 + B3

**Выводы.**

В ходе выполнения лабораторной работы я овладел простейшими навыками перевода чисел в различные системы отсчёта, сложения чисел в других системах отсчёта. Так же я научился выявлять ошибки, возникающие из-за их ограниченной разрядности.