Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики
Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Вариант № 20
Лабораторная работа № 2
по дисциплине
'Информатика'

Выполнил:
Студент группы P3113
Куперштейн Дмитрий; **: 269359**
Преподаватель:
МАЛЫШЕВА ТАТЬЯНА АЛЕКСЕЕВНА

Санкт-Петербург 2019 г.

Содержание

1 Задание

1. Переписать в отчёт (рукой, а не копированием в электронном виде) формулировку заданий 4–10! Это требуется для того, чтобы корректно и в полном объёме выполнить все необходимые пункты задания. Данную лабораторную надо выполнять как вычислительная машина, которая действует строго по инструкции.

2. Определить свои числа A и C исходя из варианта. Вариант выбирается как сумма последнего числа в номере группы и номера в списке группы согласно ISU.

3. 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.

4. Выполнить перевод десятичных чисел X1,. . . ,X6 в двоичную систему счисления, получив их двоичные эквиваленты B1,. . . ,B6 соответственно. Не использовать при этом никакой формат представления данных, не использовать никакую разрядную сетку.

5. 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.

6. Найти область допустимых значений для данного двоичного формата.

7. Выполнить обратный перевод всех двоичных чисел B1. . . B12 (используя 16-разрядный двоичный формат со знаком) в десятичные и прокомментировать полученные результаты.

8. 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).

9. В отчёте (письменно, а не устно при ответе) дать подробные комментарии полученным результатам (к каждому результату сложения), как показано в таблице 2.6 книги «Введение в микроЭВМ». Расставить 6 флагов состояния.

10. 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.

11. Проверить, что все пункты задания выполнены и выполнены верно.

2 Решение

3. $A = 5567$
   $C = 26281$
   $X1 = A = 5567$
   $X2 = C = 26281$
   $X3 = A + C = 31848$
   $X4 = A + C + C = 58129$
   $X5 = C - A = 20714$
   $X6 = 65536 - X4 = 7407$
   $X7 = -X1 = -5567$
   $X8 = -X2 = -26281$
   $X9 = -X3 = -31848$
   $X10 = -X4 = -58129$
   $X11 = -X5 = -20714$
   $X12 = -X6 = -7407$

4. $X1_{(10)} \to B1_{(2)} = 1\ 0101\ 1011\ 1111$
   $X2_{(10)} \to B2_{(2)} = 110\ 0110\ 1010\ 1001$
   $X3_{(10)} \to B3_{(2)} = 111\ 1100\ 0110\ 1000$
   $X4_{(10)} \to B4_{(2)} = 1110\ 0011\ 0001\ 0001$
   $X5_{(10)} \to B5_{(2)} = 101\ 0000\ 1110\ 1010$
   $X6_{(10)} \to B6_{(2)} = 1\ 1100\ 1110\ 1111$

5. $B1_{(2)} = 0001\ 0101\ 1011\ 1111$
   $B2_{(2)} = 0110\ 0110\ 1010\ 1001$
   $B3_{(2)} = 0111\ 1100\ 0110\ 1000$
   $B4_{(2)} = 1110\ 0011\ 0001\ 0001$
   $B5_{(2)} = 0101\ 0000\ 1110\ 1010$
   $B6_{(2)} = 0001\ 1100\ 1110\ 1111$
   $B7_{(2)} = -B1_{(2)} = 1110\ 1010\ 0100\ 0001$
   $B8_{(2)} = -B2_{(2)} = 1001\ 1001\ 0101\ 0111$
   $B9_{(2)} = -B3_{(2)} = 1000\ 0011\ 1001\ 1000$
   $B10_{(2)} = -B4_{(2)} = 0001\ 1100\ 1110\ 1111$
   $B11_{(2)} = -B5_{(2)} = 1010\ 1111\ 0001\ 0110$
   $B12_{(2)} = -B6_{(2)} = 1110\ 0011\ 0001\ 0001$

6. $[-32768, 32767]$

7. $B1_{(2)} \to Y1_{(10)} = X1_{(10)}$
   $B2_{(2)} \to Y2_{(10)} = X2_{(10)}$
   $B3_{(2)} \to Y3_{(10)} = X3_{(10)}$
   $B4_{(2)} \to Y4_{(10)} \neq X4_{(10)}$
   $B5_{(2)} \to Y5_{(10)} = X5_{(10)}$
   $B6_{(2)} \to Y6_{(10)} = X6_{(10)}$
   $B7_{(2)} \to Y7_{(10)} = X7_{(10)}$
   $B8_{(2)} \to Y8_{(10)} = X8_{(10)}$
   $B9_{(2)} \to Y9_{(10)} = X9_{(10)}$
   $B10_{(2)} \to Y10_{(10)} \neq X10_{(10)}$
   $B11_{(2)} \to Y11_{(10)} = X11_{(10)}$
   $B12_{(2)} \to Y12_{(10)} = X12_{(10)}$

   Результат обратного перевода из двоичного числа в десятичное равен исходному десятичному числу в 10 случаях из 12 ($B4 \neq X4$ и $B10 \neq X10$).

8. $$\begin{array}{rrrrrr} & & & 1111 & 111 & 111 \\ + & B1_{(2)} & 0001 & 0101 & 1011 & 1111 \\ & B2_{(2)} & 0110 & 0110 & 1010 & 1001 \\ \hline & & 0111 & 1100 & 0110 & 1000 \end{array}$$

$= 31848_{(10)} = X3_{(10)} = X1_{(10)} + X2_{(10)}$

$SF = 0 \quad ZF = 0 \quad PF = 0$
$AF = 1 \quad CF = 0 \quad OF = 0$

Результат корректный.

$$\begin{array}{rrrrrr} & & 1111 & 1\ \ \ 1 & 11\ \ 1 & \\ + & B2_{(2)} & 0110 & 0110 & 1010 & 1001 \\ & B3_{(2)} & 0111 & 1100 & 0110 & 1000 \\ \hline & & 1110 & 0011 & 0001 & 0001 \end{array}$$

$= -7407_{(10)} \neq X2_{(10)} + X3_{(10)}$
$-7407_{(10)} \neq X4_{(10)}(58129)$

$SF = 1 \quad ZF = 0 \quad PF = 1$
$AF = 1 \quad CF = 0 \quad OF = 1$

При сложении положительных чисел получен отрицательный результат – ПЕРЕПОЛНЕНИЕ!

Когда происходит переполнение при сложении положительных чисел в формате n разрядов со знаком, результат можно вычислить в в десятичной системе счисления, прибавив к -2^n ожидаемый результат:

$-2^{16} + 58129 = -7407 = X12_{(10)}$

Это объясняется тем, что так как знаковый бит результата равен единице (отрицательное число), то его дополнительный код равен (где x прямой код):

$(2^n - 1) - (x \bmod 2^n) + 1$

$$
\begin{array}{rr rrrr}
 & & 11\ 1 & 11 & & 1 \\
\multirow{2}{*}{+} & B2_{(2)} & 0110 & 0110 & 1010 & 1001 \\
 & B7_{(2)} & 1110 & 1010 & 0100 & 0001 \\
\hline
 & 1 & 0101 & 0000 & 1110 & 1010
\end{array}
$$

$= 20714_{(10)} = X5_{(10)} = X2_{(10)} + X7_{(10)}$

$SF = 0 \quad ZF = 0 \quad PF = 0$
$AF = 0 \quad CF = 1 \quad OF = 0$

Результат корректный. Перенос из старшего разряда не учитывается.

$$
\begin{array}{rr rrrr}
 & & 1111 & & 1 & 111 \\
+ & B7_{(2)} & 1110 & 1010 & 0100 & 0001 \\
 & B8_{(2)} & 1001 & 1001 & 0101 & 0111 \\
\hline
 & 1 & 1000 & 0011 & 1001 & 1000
\end{array}
$$

$= -31848_{(10)} = X9_{(10)} = X7_{(10)} + X8_{(10)}$

$SF = 1 \quad ZF = 0 \quad PF = 0$
$AF = 0 \quad CF = 1 \quad OF = 0$

Результат корректный. Перенос из старшего разряда не учитывается.

$$
\begin{array}{rr rrrr}
 & & & 11 & 1 & \\
+ & B8_{(2)} & 1001 & 1001 & 0101 & 0111 \\
 & B9_{(2)} & 1000 & 0011 & 1001 & 1000 \\
\hline
 & 1 & 0001 & 1100 & 1110 & 1111
\end{array}
$$

$= 7407_{(10)} \neq X8_{(10)} + X9_{(10)}$
$7407_{(10)} \neq X10_{(10)}\ (-58129)$

$SF = 0 \quad ZF = 0 \quad PF = 0$
$AF = 0 \quad CF = 1 \quad OF = 1$

При сложении отрицательных чисел получен положительный результат – ПЕРЕПОЛНЕНИЕ!

Когда происходит переполнение при сложении отрицательных чисел в формате n разрядов со знаком, результат можно вычислить в в десятичной системе счисления, прибавив к 2^n ожидаемый результат:

$2^{16} - 58129 = 7407 = X16_{(10)}$

Это объясняется тем, что так как знаковый бит результата равен нулю (положительное число), то его дополнительный код равен прямому.

$$
\begin{array}{rr rrrr}
 & & 1 & 11 & 1111 & 111 \\
+ & B1_{(2)} & 0001 & 0101 & 1011 & 1111 \\
 & B8_{(2)} & 1001 & 1001 & 0101 & 0111 \\
\hline
 & & 1010 & 1111 & 0001 & 0110
\end{array}
$$

$= -20714_{(10)}$
$-20714_{(10)} = X11_{(10)} = X1_{(10)} + X9_{(10)}$

$SF = 1 \quad ZF = 0 \quad PF = 0$
$AF = 1 \quad CF = 0 \quad OF = 0$

Результат корректный.

$$
\begin{array}{rr rrrr}
 & & 1111 & 1 & & \\
+ & B11_{(2)} & 1010 & 1111 & 0001 & 0110 \\
 & B3_{(2)} & 0111 & 1100 & 0110 & 1000 \\
\hline
 & 1 & 0010 & 1011 & 0111 & 1110
\end{array}
$$

$= 11134_{(10)}$
$11134_{(10)} = X11_{(10)} + X3_{(10)}\ (11134)$

$SF = 0 \quad ZF = 0 \quad PF = 1$
$AF = 0 \quad CF = 1 \quad OF = 0$

Результат корректный. Перенос из старшего разряда не учитывается.

3 Вывод

В ходе этой лабораторной работы я научился работать с представлением целых чисел в формате n разрядов со знаком, научился расставлять флаги CF, PF, AF, ZF, SF и OF. Так же разобрался в работе дополнительных кодов и попрактиковался в сложении чисел в двоичном виде.