

Міністерство освіти і науки України
Національний університет “Львівська Політехніка”



Лабораторна робота №2А

Виконав:

Студент групи АП-11

Білий Анатолій Іванович

Прийняв:

Чайковський І.Б.

Львів – 2024

Тема: основи арифметичних обчислень комп'ютерів.

Мета роботи: розглянути арифметико-логічні операції.

Теоретичні відомості

1. Основи машинної арифметики з двійковими числами.

Будь-яка інформація (числа, команди, записи і т.д.) представляються в електронно обчислювальних машинах (ЕОМ) у вигляді двійкових кодів фіксованої або змінної довжини. Окремі елементи двійкового коду, які мають значення 0 або 1, називаються розрядами або бітами. Двійковий код, який складається із 8 бітів, називається байтом. Для запису чисел також використовують 32-розрядний формат (машинне слово), 16-розрядний формат (півслово) і 64-розрядний формат (двійне слово).

Оскільки в деяких, переважно англomовних та англiцизованих країнах (див. докладний список десятковий розділювач) при запису чисел ціла частина відділяється від дробової крапкою, то в термінології цих країн фігурує назва «рухома крапка» (англ. floating point). Оскільки в Україні ціла частина числа від дробової традиційно відділяється комою, то для позначення того ж поняття історично використовується термін «рухома кома», проте в літературі та технічній документації можна зустріти обидва варіанти.

1.1 Коди чисел.

В ЕОМ в цілях спрощення виконання арифметичних операцій використовують спеціальні коди для представлення чисел. Використання кодів дозволяє звести операцію віднімання чисел до арифметичного додавання кодів цих чисел. Використовуються прямий, зворотній і додатковий коди чисел. Прямий код використовується для представлення від'ємних чисел у запам'ятовуючому пристрої ЕОМ, а також при множенні та діленні. Зворотній і додатковий коди використовуються для заміни операції віднімання операцією додавання, що спрощує пристрій арифметичного блоку ЕОМ. До кодів висуваються наступні вимоги:

1) Розряди числа в кодi жорстко зв'язані з певною розрядною сіткою.

2) Для запису знакового коду в розрядній сітці відводиться фіксований, строго визначений розряд. Наприклад, якщо за основу представлення коду взято один байт, то для представлення числа буде відведено 7 розрядів, а для запису коду знаку один розряд.

Прямий код. Прямий код двійкового числа співпадає з а зображенням із записом самого числа. Значення знакового розряду для додатних чисел рівне 0, а для від'ємних чисел – 1.*

Приклади. У випадку, коли для запису коду виділено один байт, то для числа

+1101 прямий код 0.0001101, для числа –1101 прямий код 1.0001101.

Обернений код. Обернений код для додатного числа співпадає з прямим кодом. Для від’ємного числа всі цифри числа замінюються на протилежні (1 на 0, 0 на 1), а в знаковий розряд заноситься одиниця.

Приклад.

Для числа +1101 прямий код 0.0001101; обернений код 0.0001101.

Для числа –1101 прямий код 1.0001101; обернений код 1.1110010.

Додатковий код. Додатковий код додатного числа співпадає з прямим кодом. Для від’ємного числа додатковий код утворюється шляхом отримання оберненого коду і додаванням до молодшого розряду одиниці.

Приклади.

Для числа +1101:

прямий код	обернений код	додатковий код
0.0001101	0.0001101	0.0001101

Для числа –1101:

прямий код	обернений код	додатковий код
1.0001101	1.1110010	1.1110011

Хід роботи

Перший блок

1. а) Для числа 11010: Прямий код: 11010

Обернений код: 11010

Додатковий код: 11010

б) Для числа –11101:

Прямий код: 11101

Обернений код: 10010

Додатковий код: 10011

в) Для числа –101001:

Прямий код: 101001

Обернений код: 010110

Додатковий код: 010111

г) Для числа -1001110 :

Прямий код: 1001110

Обернений код: 0110001

Додатковий код: 0110010

2. а) $X = -11010$; $Y = 1001111$;

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}} = -11010$ $Y_{\text{пр}} = 1001111$	$X_{\text{обер}} = 00101$ $Y_{\text{обер}} = 0110000$	$X_{\text{дол}} = 00110$ $Y_{\text{дол}} = 0110001$

$X+Y = 0011010$	$X+Y = 0011010$	$X+Y = 0011010$
-----------------	-----------------	-----------------

б) $X = -11101$; $Y = -100110$;

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}} = -11101$ $Y_{\text{пр}} = -1001111$	$X_{\text{обер}} = 00010$ $Y_{\text{обер}} = 0110000$	$X_{\text{дол}} = 00011$ $Y_{\text{дол}} = 0110001$
$X+Y = -1111000$	$X+Y = 1000111$	$X+Y = 1001000$

в) $X = 1110100$; $Y = -101101$;

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}} = 1110100$ $Y_{\text{пр}} = -101101$	$X_{\text{обер}} = 0001011$ $Y_{\text{обер}} = 0100101$	$X_{\text{дол}} = 0001100$ $Y_{\text{дол}} = 0100110$
$X+Y = 10110011$	$X+Y = 10110011$	$X+Y = 10110100$

г) $X = -10110$; $Y = -111011$;

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}} = -10110$ $Y_{\text{пр}} = -111011$	$X_{\text{обер}} = 01001$ $Y_{\text{обер}} = 000100$	$X_{\text{дол}} = 01010$ $Y_{\text{дол}} = 000101$
$X+Y = -1000001$	$X+Y = 1110111$	$X+Y = 1111000$

д) $X = 1111011$; $Y = -1001010$;

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}}=1111011$ $Y_{\text{пр}}=-1001010$	$X_{\text{обер}}=0000100$ $Y_{\text{обер}}=0110101$	$X_{\text{дол}}=0000101$ $Y_{\text{дол}}=0110110$
$X+Y=0110001$	$X+Y=0111010$	$X+Y=0111011$

е) $X = -11011$; $Y = -10101$.

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}}=-11011$ $Y_{\text{пр}}=-10101$	$X_{\text{обер}}=00100$ $Y_{\text{обер}}=01010$	$X_{\text{дол}}=00101$ $Y_{\text{дол}}=01011$
$X+Y=-110000$	$X+Y=01110$	$X+Y=01111$

1. а) $X = 10110$; $Y = 110101$;

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}}=010110$ $Y_{\text{пр}}=00110101$	$X_{\text{обер}}=010110$ $Y_{\text{обер}}=00110101$	$X_{\text{дол}}=010110$ $Y_{\text{дол}}=00110101$
$X+Y=00110101$	$X+Y=01100011$	$X+Y=01100011$

б) $X = 11110$; $Y = -111001$;

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}}=011110$ $Y_{\text{пр}}=1110001$	$X_{\text{обер}}=100001$ $Y_{\text{обер}}=0001110$	$X_{\text{дол}}=100010$ $Y_{\text{дол}}=0001111$
$X+Y=10011111$	$X+Y=1010001$	$X+Y=1010010$

в) $X = -11010$; $Y = -100111$;

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}}=001010$ $Y_{\text{пр}}=0110001$	$X_{\text{обер}}=110101$ $Y_{\text{обер}}=1001110$	$X_{\text{дол}}=110110$ $Y_{\text{дол}}=1001111$
$X+Y=10010111$	$X+Y=01110011$	$X+Y=01110100$

г) $X = -11001$; $Y = -100011$;

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}} = 001001$ $Y_{\text{пр}} = 0110011$	$X_{\text{обер}} = 110110$ $Y_{\text{обер}} = 10000100$	$X_{\text{дод}} = 110111$ $Y_{\text{дод}} = 10000101$
$X+Y = 10011000$	$X+Y = 01011100$	$X+Y = 01011101$

д) $X = -10101$; $Y = 111010$;

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}} = 010101$ $Y_{\text{пр}} = 1111010$	$X_{\text{обер}} = 101010$ $Y_{\text{обер}} = 0000101$	$X_{\text{дод}} = 101011$ $Y_{\text{дод}} = 0000110$
$X+Y = 00011011$	$X+Y = 10110101$	$X+Y = 10110110$

е) $X = -1101$; $Y = -111011$.

Прямий код	Додавання в оберненому коді	Додавання в додатковому коді
$X_{\text{пр}} = 011011$ $Y_{\text{пр}} = 0010101$	$X_{\text{обер}} = 100100$ $Y_{\text{обер}} = 11010100$	$X_{\text{дод}} = 100101$ $Y_{\text{дод}} = 11010101$
$X+Y = 10011000$	$X+Y = 01100100$	$X+Y = 01100101$

Задачі для самостійного виконання

Варіант №1

1) Переведення в десяткову систему числення:

- Розкладемо число $(146,35)_8$ на окремі цифри: 1, 4, 6, 3, 5.
- Обчислимо десятковий еквівалент:

$$146,35_8 = 1 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 6 \cdot 8^0 + 3 \cdot 8^{-1} + 5 \cdot 8^{-2}$$

$$= 64 + 32 + 6 + 0.375 + 0.0390625 = 102.4140625$$

Переведення в шістнадцяткову систему числення:

- Щоб перевести десяткове число 102.4140625 в шістнадцяткову систему, розділимо його на цілу та дробову частини:
 - Ціла частина: $102_{10} = 66_{16}$ (переведемо 102 в шістнадцяткову систему).
 - Дробова частина: 0.4140625_{10} .
- Переведемо дробову частину в шістнадцяткову систему:
 - $0.4140625 \cdot 16 = 6.625$, отже перша шістнадцяткова цифра - 6.
 - $0.625 \cdot 16 = 10$, друга шістнадцяткова цифра - A.
 - Округлимо до п'яти знаків після коми: 0.41406 .

З'єднаємо цілу та дробову частини: $102.4140610 = 66.A616$.

□ **Перевірка методом тріад-тетрад:**

Тріада: $6616 = 10210$ (вірно).

Тетрада: $A616 = 16610$ (вірно).

2) Перетворення чисел у двійкову систему:

- Число **-6** у двійковій системі (в 1 байті) як від'ємне число представляється через додатковий код: **11111010**.
- Число **1** у двійковій системі (в 1 байті): **00000001**.

2. Складання додаткових кодів:

- Складемо додаткові коди чисел **-6** і **1**:

11111010

+00000001

=11111011

3. Інтерпретація результату:

- Отриманий двійковий код **11111011** у додатковому коді представляє число **-5** у десятковій системі.

Результат віднімання чисел **-6** і **1** дорівнює **-5**.

3) Для представлення двійкового числа з рухомою комою $0,0000001011$ в нормованому вигляді потрібно перенести кому вправо до тих пір, поки перед нею не буде одиниця.

$$0,0000001011 = 1,011 * 2^{(-8)}$$

Переведемо це число в 16-розрядну комірку, визначивши мантису і порядок числа.

Для цього нормуємо число, так щоб після коми стояла одна цифра перед першою значущою цифрою (1) та піднімаємо 2 до потрібного порядку, щоб отримати наше число. Оскільки наше число більше 1, потрібно підняти 2 до від'ємного степеня порядку.

$$1,011 * 2^{(-8)} = 0,00000001011 * 2^1$$

В 16-розрядній комірці:

Мантиса: 00000001011

Порядок: 00000000001 (тут бінарний код 1 відповідає -7 в десятковій системі)

Число 0,0000001011 в нормованому вигляді в 16-розрядній комірці представлене як 0000000101100001.

Висновок: під час виконання цієї лабораторної роботи я навчився розв'язувати арифметико-логічні операції.