**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра информационных систем**

отчет

**по практической работе №1**

**по дисциплине «Программирование»**

Тема: Типы данных и их внутреннее представление в памяти

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 3372 |  | Надточаев Ф.А. |
| Преподаватель |  | Глущенко А. Г. |

Санкт-Петербург

2023

**Цель работы.**

Изучить типы данных и их внутреннее представление в памяти компьютера; получить практические навыки работы с различными типами данных.

**Основные теоретические положения.**

Внутреннее представление величин целого типа – целое число в двоичном коде. При использовании спецификатора signed старший бит числа интерпретируется как знаковый (0 – положительное число, 1 – отрицательное). Для кодирования целых чисел со знаком применяется прямой, обратный и дополнительный коды.

Представление положительных и отрицательных чисел в прямом, обратном и дополнительном кодах отличается. В прямом коде в знаковый разряд помещается цифра 1, а в разряды цифровой части числа – двоичный код его абсолютной величины. Прямой код числа −3 (для 16- разрядного процессора):



Обратный код получается инвертированием всех цифр двоичного кода абсолютной величины, включая разряд знака: нули заменяются единицами, единицы – нулями. Прямой код можно преобразовать в обратный, инвертировав все значения всех битов (кроме знакового). Обратный код числа −3:



Дополнительный код получается образованием обратного кода с последующим прибавлением единицы к его младшему разряду. Дополнительный код числа −3:



Увидеть, каким образом тип данных представляется на компьютере, можно при помощи логических операций: побитового сдвига (<<) и поразрядной конъюнкции (&).

putchar(value & mask ? '1' : '0'); // если 1, то возвращается 1, иначе 0

value <<= 1; // побитовый сдвиг влево на 1 бит

Putchar возвращает один символ в консоль. Альтернатива - cout. В представленном способе, маска - то, с чем сравнивается значение. И побитовый сдвиг применяется для value. Таким образом 1 бит будет сравниваться с каждым битом числа. Альтернатива - побитовый сдвиг вправо, но при этом нужно проводить данную операцию не над значением(единицей), а над маской (исходым числом, битовое представление которого нужно получить).

При сдвиге вправо для чисел без знака позиции битов, освобожденные при операции сдвига, заполняются нулями. Для чисел со знаком бит знака используется для заполнения освобожденных позиций битов. Другими словами, если число 25 является положительным, используется 0, если число является отрицательным, используется 1. При сдвиге влево позиции битов, освобожденных при операции сдвига, заполняются нулями. Сдвиг влево является логическим сдвигом (биты, сдвигаемые с конца, отбрасываются, включая бит знака).

Вещественные типы данных хранятся в памяти компьютера иначе, чем целочисленные. Внутреннее представление вещественного числа состоит из двух частей – мантиссы и порядка.

Для 32-разрядного процессора для float под мантиссу отводится 23 бита, под экспоненту – 8, под знак – 1. Для double под мантиссу отводится 52 бита, под экспоненту – 11, под знак – 1:



Увидеть, каким образом вещественные типы данных представляются в компьютере немного сложнее. Логические операции, которые использовались с int, для вещественных типов данных не подходят. Но это ограничение можно легко обойти, использовав объединения.

Объединения – это две или более переменных расположенных по одному адресу (они разделяют одну и ту же память). Объединения определяются с использованием ключевого слова union. Объединения не могут хранить одновременно несколько различных значений, они позволяют интерпретировать несколькими различными способами содержимое одной и той же области памяти.

С объединениями нужно быть острожным. Вся работа с памятью требует грамотного подхода. Более подробно с объединениями можно будет ознакомиться при изучении структур. Пока что объедения будут служить инструментом для работы с float и double.

#include <iostream>

using namespace std;

int main()

{

union {

int tool;

float numb\_f = 3.14;

};

cout << tool << endl; // 1078523331

cout << numb\_f << endl; // 3.14

tool = tool >> 1; // побитовый сдвиг вправо

cout << tool << endl; // 5392261665

cout << numb\_f; // 1.3932e-19

return 0;

}

Подобные манипуляции возможны благодаря тому, что int и float занимают 4 байта. Проводя манипуляции над tool, мы изменяем значение numb\_f. Таким образом, алгоритм, который использовался для представления в памяти int может использоваться и для float.

Алгоритма представления double немного отличается. Под вещественное число с двойной точностью отводиться 8 байт, в то время как под int всего 4 байта. Но и это ограничение можно легко обойти. Так как данные любой линейной структуры в память записываются последовательно (друг за другом), можно использовать массив из двух int, под который будет отведено 8 байт.

#include <iostream>

using namespace std;

int main()

{

int value = -127; // Значение числа

unsigned int order = 32; // Количество разрядов

unsigned int mask = 1 << order – 1; // Маска побитового сравнения

for (int i = 1; i <= order; i++)

{

putchar(value & mask ? '1' : '0');

value <<= 1; // Побитовый сдвиг числа

if (i % 8 == 0)

{

putchar(' ');

}

if (i % order – 1 == 0)

{

putchar(' ');

}

}

return 0;

}

В консоль будет выведено: 1 1111111 11111111 11111111 10000001.

**Постановка задачи.**

Разработать алгоритм и написать программу, которая позволяет:

1) Вывести, сколько памяти (в байтах) на вашем компьютере отводится под различные типы данных со спецификаторами и без: int, short int, long int, float, double, long double, char и bool.

2) Вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) целого числа. При выводе необходимо визуально обозначить знаковый разряд и значащие разряды отступами или цветом.

3) Вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) типа float. При выводе необходимо визуально обозначить знаковый разряд мантиссы, знаковый разряд порядка (если есть), мантиссу и порядок.

4) Вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) типа double. При выводе необходимо визуально обозначить знаковый разряд мантиссы, знаковый разряд порядка (если есть), мантиссу и порядок.

**Выполнение работы.**

Код программы представлен в приложении А.

|  |  |
| --- | --- |
| Ввод пользователем и обработка данных | Работа алгоритма и вывод на экран |
| Старт меню | |
| На экран выводится меню из 4-х пунктов программы, каждый из которых выполняет одну из функций, описанных в пункте постановки задачи. |  |
| Пункт 1. Вывод информации об объеме типов данных на этом компьютере. | |
| Пользователь вводит цифру 1. На экран выводится информация о том, сколько байтов в памяти занимает каждый из типов данных. |  |
| Пункт 2. Двоичное представление целого числа в памяти. | |
| Программа запускается заново. Пользователь выбирает пункт 2 и вводит целое число, по объему не превышающее объема памяти, выделенного на хранение целого числа (для этого можно ознакомиться с пунктом 1 программы). На экран выводится двоичное представление целого числа в памяти компьютера. Например пользователь ввел число 5, программа вывела соответствующее представление в памяти. |  |
| Пункт 3. Двоичное представление типа float в памяти. | |
| Программа запускается заново. Пользователь выбирает пункт 3 и вводит число, по объему не превышающее объема памяти, выделенного на хранение числа типа float (для этого можно ознакомиться с пунктом 1 программы). На экран выводится двоичное представление числа типа float в памяти компьютера. Например пользователь ввел число 3.14, программа вывела соответствующее представление в памяти. |  |
| Пункт 4. Двоичное представление типа double в памяти. | |
| Программа запускается заново. Пользователь выбирает пункт 4 и вводит число, по объему не превышающее объема памяти, выделенного на хранение числа типа double (для этого можно ознакомиться с пунктом 1 программы). На экран выводится двоичное представление числа типа double в памяти компьютера. Например пользователь ввел число 3.14, программа вывела соответствующее представление в памяти. |  |
|  |  |

**Выводы.**

Таким образом, в рамках практической работы мы изучили типы данных и их внутреннее представление в памяти компьютера, научились работать с различными типами данных. Результатом проделанной работы является программа, принцип работы которой представлен в пункте «Выполнение работы» и код которой находится в приложении А.

Приложение А

рабочий код

#include <algorithm>

#include <iomanip>

#include <iostream>

#include <iterator>

using namespace std;

int main() {

while (true) {

int choice;

cout << "Выберите номер задачи: " << endl;

cout << "1. Информация об объеме типов данных на этом компьютере." << endl;

cout << "2. Двоичное представление целого числа в памяти." << endl;

cout << "3. Двоичное представление типа float в памяти." << endl;

cout << "4. Двоичное представление типа double в памяти." << endl;

cout << "Введите номер выбранной задачи (1/2/3/4) или нажмите CTRL+C для выхода:" << endl;

cin >> choice;

if (choice == 1){

// task 1

cout << "int занимает " << sizeof(int) << " bytes" << endl;

cout << "short int takes " << sizeof(short) << " bytes" << endl;

cout << "long int takes " << sizeof(long) << " bytes" << endl;

cout << "float takes " << sizeof(float) << " bytes" << endl;

cout << "double takes " << sizeof(double) << " bytes" << endl;

cout << "char takes " << sizeof(char) << " bytes" << endl;

cout << "bool takes " << sizeof(bool) << " bytes" << endl;

}

else if (choice == 2) {

// task 2

int inputInt;

cin >> inputInt;

int lengthInt = sizeof(int)\*8;

unsigned int mask = 1 << (lengthInt - 1);

unsigned int currentBit;

for (int i = 0; i < lengthInt; i++) {

currentBit = inputInt & mask;

currentBit = currentBit >> (lengthInt - i - 1);

mask = mask >> 1;

cout << currentBit;

if (i == 0 || (i+1) % 8 == 0)

cout << ' ';

}

cout << endl;

}

else if (choice == 3) {

// task 3

union {

float inputFloat;

int interlayer;

};

cin >> inputFloat;

int lengthFloat = sizeof(float)\*8;

unsigned int mask = 1 << (lengthFloat - 1);

unsigned int currentBit;

for (int i = 0; i < lengthFloat; i++) {

currentBit = interlayer & mask;

currentBit = currentBit >> (lengthFloat - i - 1);

mask = mask >> 1;

cout << currentBit;

if (i == 0 || i == 8)

cout << ' ';

}

cout << endl;

}

else if (choice == 4) {

// task 4

union {

double inputDouble;

unsigned int arrLayer[2]; };

cin >> inputDouble;

for (int i = 1; i >= 0; --i) {

unsigned int mask = 1 << 31;

unsigned int currentBit = 0;

int lengthInt = sizeof(int)\*8;

for (int j = 0; j < lengthInt; ++j) {

currentBit = arrLayer[i] & mask;

mask = mask >> 1;

currentBit = currentBit >> (lengthInt - 1- j);

cout << currentBit;

if (i == 1 && j == 0)

cout << ' ';

if (i == 1 && j == 11)

cout << ' ';

}

}

cout << endl;

}

else {

cout << "Кажется, вы ввели не верное значение, попробуйте снова" << endl;

}

}

cout << '#' << endl;

return 0;

}