**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, определяемые пользователем. Структуры

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студентка гр. 4372 |  | Казакова К.Е. |
| Преподаватель |  | Глущенко А. Г. |

Санкт-Петербург

2024

**Цель работы.**

Разработать алгоритм и написать программу, которая позволяет выводить сколько памяти отводится под различные типы данных, вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) целого числа, вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) типа float, вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) типа double.

**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.**

Необходимо разработать алгоритм и написать программу, которая позволяет выводить, сколько памяти (в байтах) на компьютере отводится под различные типы данных со спецификаторами и без: int, short int, long int, float, double, long double, char и bool,  выводить на экран двоичное представление в памяти (все разряды) целого числа, выводить на экран двоичное представление в памяти (все разряды) типа float, выводить на экран двоичное представление в памяти (все разряды) типа double.

**Выполнение работы.**

| Ввод пользователем и обработка данных | | Работа алгоритма и вывод на экран |
| --- | --- | --- |
| Меню | | |
| При запуске программы перед пользователем появляется, выбор задания. | | Меню: |
| Вывод количества памяти (в байтах), отводимого под различные типы данных со спецификаторами и без. | | |
| При вводе пользователем корректного значения пункта меню программа выполняется.  Для выполнения использовалась конструкция sizeof(). | | Для выполнения первого задания нужно вывести сколько памяти (в байтах) на компьютере отводится под различные типы данных со спецификаторами и без |
| Вывод на экран двоичного представления в памяти (все разряды) целого числа. | | |
| Пользователь вводит целое число и в результате получает его двоичное представление в памяти. | | Для выполнения второго задания нужно вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) целого числа |
| Вывод на экран двоичного представления в памяти (все разряды) типа float. | | |
| Пользователь вводит вещественное число, а на выходе получает его двоичное представление в памяти | Для выполнения третьего задания нужно вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) типа float | |
| Вывод на экран двоичного представления в памяти (все разряды) типа double. | | |
| Пользователь вводит вещественное число, а на выходе получает его двоичное представление в памяти. | Для выполнения третьего задания нужно вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) типа double. | |

**Выводы.**

В процессе выполнения работы были изучены типы данных с и без спецификаторов, а также разряды чисел. Освоены различные логические операции, такие как побитовый сдвиг (<<) и поразрядная конъюнкция (&). Также была разработана программа, позволяющая определять объем памяти (в байтах), выделяемый под различные типы данных, а также выводить на экран двоичное представление целого числа и типов float и double в памяти.

Приложение А

рабочий код

#include <iostream>

using namespace std;

union doubleBytes {

double d;

unsigned int c[2];

};

void printBinaryRepresentation(double num) { //Функция для вывода двоичного представления числа

doubleBytes data;

data.d = num;

int binaryRepresentation[64];

for (int i = 0; i < 2; ++i) { //Для каждого int в union

for (int j = 0; j < 32; ++j) { //Для каждого бита в int

binaryRepresentation[(1 - i) \* 32 + (31 - j)] = (data.c[i] >> j) & 1;

}

}

for (int i = 0; i < 64; ++i) {

cout << binaryRepresentation[i];

if (i == 0) {

cout << " ";

}

else if (i == 12) {

cout << " ";

}

else if (i == 63) {

cout << " ";

}

}

cout << endl;

};

int main()

{

setlocale(0, "");

int i;

do {

cout << "Выберите задание:" << endl;

cout << "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." << endl;

cout << "2) Вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) типа int. " << endl;

cout << "3) Вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) типа float." << endl;

cout << "4) Вывести на экран двоичное представление в памяти (все разряды) типа double." << endl;

cout << "5)ИДЗ №3: Добавить возможность неоднократно инвертировать все биты для всех затронутых типов данных" << endl;

cin >> i;

unsigned int mask1;

unsigned int mask2;

switch (i) {

case 1:

cout << "int: " << sizeof(int) << " байта" << endl << "short int: " << sizeof(short int) << " байта" << endl << "long int: " << sizeof(long int) << " байта" << endl << "float: " << sizeof(float) << " байта" << endl << "double: " << sizeof(double) << " байт" << endl << "long double: " << sizeof(long double) << " байт" << endl << "char: " << sizeof(char) << " байт" << endl << "bool: " << sizeof(bool) << " байт" << endl;

break;

case 2:

int a;

while (true) {

cout << "Введите любое целое число: ";

cin >> a;

//Проверка, было ли введено целое число

if (cin.fail()) {

cout << "Попробуйте снова.\n";

//Сбрасываем состояние cin и очищаем буфер ввода

cin.clear(); //сброс флага ошибок

cin.ignore(numeric\_limits<streamsize>::max(), '\n'); //очищаем буфер

}

else {

mask1 = 1 << (sizeof(int) \* 8 - 1);

for (int i = 1; i <= sizeof(int) \* 8; i++, mask1 >>= 1) {

if (a & mask1) {

cout << "1";

}

else {

cout << "0";

}

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

cout << " ";

}

}

break;

}

}

break;

case 3:

union {

float l;

int b;

};

while (true) {

cout << "Введите любое число с плавающей точкой: ";

cin >> l;

if (cin.fail()) {

cout << "Попробуйте снова.\n";

cin.clear();

cin.ignore(numeric\_limits<streamsize>::max(), '\n');

}

else {

mask2 = 1 << (sizeof(float) \* 8 - 1);

for (int i = 1; i <= sizeof(float) \* 8; i++, mask2 >>= 1) {

if (b & mask2) {

cout << "1";

}

else {

cout << "0";

}

if (sizeof(float) \* 8 - i == sizeof(float) \* 8 - 1) {

cout << " ";

}

if (sizeof(float) \* 8 - i == 23) {

cout << " ";

}

}

cout << "\n";

}

break;

}

break;

case 4:

double inputNumber;

while (true) {

cout << "Введите любое число с двойной точностью: ";

cin >> inputNumber;

if (cin.fail()) {

cout << "Попробуйте снова.\n";

cin.clear();

cin.ignore(numeric\_limits<streamsize>::max(), '\n');

}

else {

printBinaryRepresentation(inputNumber);

}

break;

}

break;

case 5:

int k, num;

bool inverted = 0;

bool inv = 0;

bool newn = 0;

unsigned int mask;

cout << "Выберите тип переменной для инвертирования: " << endl;

cout << "1) Число типа int" << endl;

cout << "2) Число типа float" << endl;

cout << "3) Число типа double" << endl;

cin >> k;

switch (k) {

case 1:

int number1, mask1;

do {

cout << "Число типа int: ";

cin >> number1;

do {

mask = 1 << (sizeof(int) \* 8 - 1);

for (int i = 0; i < sizeof(int) \* 8; i++, mask >>= 1) {

if (number1 & mask) {

cout << '1';

}

else {

cout << '0';

}

if (i % 8 == 0) {

cout << " ";

}

}

cout << endl;

cout << "Введите номер бита, который хотите инвертировать: " << endl;

cin >> num;

cout << endl;

mask1 = 1 << (num - 1);

number1 = number1 ^ mask1;

mask = 1 << (sizeof(int) \* 8 - 1);

for (int i = 0; i < sizeof(int) \* 8; i++, mask >>= 1) {

if (number1 & mask) {

cout << '1';

}

else {

cout << '0';

}

if (i % 8 == 0) {

cout << " ";

}

}

cout << endl << number1;

} while (inv == 1);

} while (newn == 1);

cout << "\n";

case 2:

union {

float ln;

int tn;

};

int mask2;

do {

cout << "Число типа float: ";

cin >> ln;

cout << "Введите номер бита, который хотите инвертировать: " << endl;

cin >> num;

do {

mask = 1 << (sizeof(int) \* 8 - 1);

mask2 = 1 << num - 1;

tn = tn ^ mask2;

if (inverted == 1) {

mask = 1 << (sizeof(int) \* 8 - 1);

for (int i = 0; i < sizeof(int) \* 8; i++, mask >>= 1) {

if ((num == i + 1) && (tn & mask)) {

cout << '0';

}

if ((num == i + 1) && !(tn & mask)) {

cout << '1';

}

if (tn & mask) {

cout << '1';

}

else {

cout << '0';

}

if (i % 8 == 0) {

cout << " ";

}

}

}

cout << "\n" << "Вы хотите инвертировать данное число? [1/0]" << "\n";

cin >> inv;

while (inv != 1 && inv != 0) {

cout << "Некорректный ввод" << "\n";

cin >> inv;

}

if (inv == 1) {

inverted = 1;

}

else {

inverted = 0;

cout << "\n" << "Выбрать новое число типа int? [1/0]" << "\n";

cin >> newn;

while (newn != 1 && newn != 0) {

cout << "Некорректный ввод" << "\n";

cin >> newn;

}

}

} while (inv == 1);

} while (newn == 1);

cout << "\n";

break;

case 3:

union {

double d1;

unsigned int cd[2];

};

do {

cout << "Введите число типа double: ";

cin >> d1;

cout << "Введите номер бита, который хотите инвертировать: " << endl;

cin >> num;

do {

mask = 1 << (sizeof(int) \* 8 - 1);

if (inverted == 1) {

for (int i = 0; i < sizeof(int) \* 8; i++, mask >>= 1) {

if ((num == i + 1) && (cd[1] & mask)) {

cout << '0';

}

if ((num == i + 1) && !(cd[1] & mask)) {

cout << '1';

}

if (cd[1] & mask) {

cout << "1";

}

else {

cout << '0';

}

if (i == 0 || i == 11) {

cout << " ";

}

}

}

mask = 1 << (sizeof(int) \* 8 - 1);

for (int i = 0; i < sizeof(int) \* 8; i++, mask >>= 1) {

if ((num == i + 1) && (cd[0] & mask)) {

cout << '0';

}

if ((num == i + 1) && !(cd[0] & mask)) {

cout << '1';

}

if (cd[0] & mask) {

cout << '1';

}

else {

cout << '0';

}

}

cout << "\n" << "Вы хотите инвертировать данное число? [1/0]" << "\n";

cin >> inv;

while (inv != 1 && inv != 0) {

cout << "Некорректный ввод" << "\n";

cin >> inv;

}

if (inv == 1) {

inverted = 1;

}

else {

inverted = 0;

cout << "\n" << "Выбрать новое число типа double? [1/0]" << "\n";

cin >> newn;

while (newn != 1 && newn != 0) {

cout << "Некорректный ввод" << "\n";

cin >> newn;

}

}

} while (inv == 1);

} while (newn == 1);

break;

cout << "\n";

break;

default:

cout << "Неккоректный ввод, попробуйте снова." << endl;

break;

}

}

} while (cin >> i);

}