

Лабораторная работа №1

Вольняга Максим, студент ИУ7-36Б

Описание условия

Необходимо реализовать арифметические операции над числами, выходящими за разрядную сетку ПК, выбрав и разработав необходимые типы данных для хранения и обработки данных чисел. Требуется смоделировать операцию умножения действительного числа на простое число, где порядок имеет до 5 разрядов (от -99999 до 99999), а мантисса - до 30 знаков.

Описание ТЗ

Описание исходных данных и результатов:

(типы, форматы, точность, способ передачи, ограничения)
Программа получает на вход два значения.

Первое значение является действительным числом. Оно вводится в формате $\pm m.n E \pm K$, где суммарная длина мантиссы $m+k \leq 30$, а величина порядка K - не больше 5 цифр (т.е. порядок принимает значения от -99999 до +99999)

Второе значение является целым числом, оно может содержать не более 30 десятичных цифр и (опционально) знак \pm .

Результат выводится в формате $\pm 0.m E \pm K$, где m - мантисса не более 30 значащих цифр, а K - порядок до 5 цифр

Описание задачи, реализуемой программой

Программа производит операцию умножения первого введенного (действительного) числа на второе (целое) и выводит результат в нормализованной форме, либо сообщает о невозможности произвести счёт.

Способ обращения к программе

Обращение к программе происходит путём консольного ввода чисел пользователем в заданном формате.

Описание возможных аварийных ситуаций и ошибок пользователя

Аварийные ситуации:

1. Результат умножения не попадает под ограничения выводимого формата (происходит в случае, если абсолютное значение порядка превышает 99999)
2. Ввод одного из параметров в некорректном формате (для первого, не указан знак числа и знак мантиссы. Величина порядка больше 5 чисел.
3. (для второго параметра - попытка ввода вещественного числа, а также лишние символы в числе или число имеет более 30 цифр)
4. Суммарная длина мантиссы больше 30 символов

5. Ввод некорректных данных (не распознаваемые символы в потоке ввода)

Описание внутренних СД

Основной тип, используемый в программе - полиморфный тип числа длинной арифметики.

```
#define MAX_MANTISSA 31

typedef struct number
{
    char mantissa_sign; // знак мантиссы
    char mantissa[MAX_MANTISSA * 2]; // сама мантисса
    int degree; // степень
    int point_ind; // индекса нахождения точки
} number_t;
```

Описание алгоритма

Основные алгоритмы в программе - ввод числа и деление.

Ввод числа осуществляется путём считывание строки и дальнейшего его анализа. Анализ числа происходит при помощи парсинга строк, где число разбивается на составляющие (знак, мантисса, степень и индекс точки для действительного числа)

Умножение происходит с использованием алгоритма умножение в столбик.

Перемножение мантисс происходит по следующему принципу:

Введем обозначения для простоты:

ЦЕЛ_МАНТИС - символьный массив содержащий мантиссу целого числа
ДЛИНА1 - длина (ЦЕЛ_МАНТИС)
ДЕЙСТВ_МАНТИС - символьный массив содержащий мантиссу действительного числа
ДЛИНА2 - длина (ДЕЙСТВ_МАНТИС)
ТЕМП_МАСС - символьный массив содержащий число, которое было получено умножением одного разряда(ЦЕЛ_МАНТИС) на мантиссу (ДЕЙСТВ_МАНТИС)
ТЕМП_ДЛИНА - длина (ТЕМП_МАСС)
РЕС_МАНТИС - символьный массив содержащий результат перемножения мантисс
ТЕМП_УМНОЖ - временное целое число для хранения умножения разрядов максимум 81
ТЕМП_ПЛЮС - временная переменная целая для хранения
ИТЕР = 1 обозначает итерацию
Н = 60 возможное обозначает кол-во элементов

Знак "=" обозначает присваивание
Знак "*" обозначает мат. умножение
Знак "-" обозначает мат. минус
Знак "+" обозначает мат. плюс
Знак "%" обозначаем остаток от деления
Знак "/" обозначаем целочисленное деление

ЦЕЛ_МАНТИС [длина] - означает последний элемент массива
ОЧИСТИТЬ - заполнить всё нулевыми элементами

Пока ДЛИНА1 (не равна -1) делать:
ЦЕЛ_ЧИСЛО = ЦЕЛ_МАНТИС[ДЛИНА1]
ТЕМП_ДЛИНА = 60 - ИТЕР
ОЧИСТИТЬ ЦЕЛ_МАНТИС

```

# Цикл для перемножения целого числа с мантиссой
Пока ДЛИНА2 (не равна нулю делать) делать:
    ДЛИНА2 = ДЛИНА2 - 1
    ТЕМП_УМНОЖ = ДЕЙСТВ_МАНТИС[ДЛИНА2] * ЦЕЛ_ЧИСЛО
    ТЕМП_МАСС[ТЕМП_ДЛИНА] = ТЕМП_МАСС[ТЕМП_ДЛИНА] + ТЕМП_УМНОЖ % 10 (последнее
Цифра числа)
    ТЕМП_МАСС[ТЕМП_ДЛИНА - 1] = ТЕМП_МАСС[ТЕМП_ДЛИНА - 1] + ТЕМП_УМНОЖ / 10
(первая Цифра числа)
    ТЕМП_ДЛИНА = ТЕМП_ДЛИНА - 1
все пока

Н = 60
# Цикл для сложения числа полученного в пред. цикле с результатом
Пока (Н не равно 1) делать:
    ТЕМП_ПЛЮС = ТЕМП_МАСС[Н] + РЕС_МАНТИС[Н]
    РЕС_МАНТИС[Н] = ТЕМП_ПЛЮС % 10 (последнее Цифра числа)
    РЕС_МАНТИС[Н - 1] = РЕС_МАНТИС[Н - 1] + ТЕМП_ПЛЮС / 10 (первая Цифра числа)
    Н = Н - 1
Все пока

ДЛИНА1 = ДЛИНА1 - 1
ИТЕР = ИТЕР + 1

```

Набор тестов с указанием проверяемого параметра

[illegible]

- 6	Ошибка: действительное число введено некорректно!	первое число пустое
+1.0 -	Ошибка: целое число введено некорректно!	второе число пустое
1.0 1	Ошибка: не указан знак мантиисы!	обработка знака мантиисы не указан
+1E1 1	Ошибка: не указан знак степени!	обработка знака степени не указан
9...9 (31) 1	Ошибка: мантииса должна содержать менее 30 цифр!	обработка длины мантиисы
+0.0 9...9 (31)	Ошибка: целое число должно содержать менее 30 цифр!	обработка длины целого числа
+0.1E+999999 1	Ошибка: степень должна состоять из 5 или менее символов!	обработка длины степени
+7y4E+5 1	Ошибка: действительное число введено в некорректной форме!	обработка правильно сти ввода действите льного числа
+1455 4v5	Ошибка: целое число введено в некорректной форме!	обработка правильно сти ввода целого

		числа
+1455+E+66 1	Ошибка: действительное число введено в некорректной форме!	обработка двух плюсов в мантиссе
+1455E+6+6 1	Ошибка: действительное число введено в некорректной форме!	обработка двух плюсов в степени
+14.55.E+66 1	Ошибка: действительное число введено в некорректной форме!	обработка двух точек в мантиссе
+14.55E+6.6 1	Ошибка: действительное число введено в некорректной форме!	обработка двух точек в степени
+14.55E+66 1.5	Ошибка: целое число введено в некорректной форме!	обработка точек в целом
+14.55E+66 +1+5	Ошибка: целое число введено в некорректной форме!	обработка двух знаков в целом

Выводы

Если необходимо проводить арифметические операции над числами повышенной точности или размера необходимо использовать длинную арифметику.

Длинная арифметику можно смоделировать путём представления чисел в виде массива цифр и степени, это позволит нам легко реализовать различные операции, например, сложение, вычитание, сравнение.

Для операций над длинной арифметикой можно использовать классические математические алгоритмы, например, алгоритм умножения числа в столбик

Ответы на вопросы

1. Каков возможный диапазон чисел, представляемых в ПК?

Целые числа (со знаком):

Выделенные разряды	Диапазон
16	-32768...32767
32	-2 147 483 648...2 147 483 647
64	-9 223 372 036 854 775 808...9 223 372 036 854 775 807

Целые числа (беззнаковые):

Выделенные разряды	Диапазон
16	0...65 535
32	0...4 294 967 295
64	0...18 446 744 073 709 551 616

Вещественные числа:

Выделенные разряды	Диапазон
32 (single precision)	3.4E-38...3.4E+38
64 (double precision)	1.7E-308...1.7E+308
80 (extended precision)	3.4E-4932...3.4E+4932

Беззнаковое число $0 \leq X \leq 2^N - 1$. Знаковое число $-2^{N-1} \leq X \leq 2^{N-1} - 1$, где N – количество бит выделенных под число.

2. Какова возможная точность представления чисел, чем она определяется?

Длина мантиссы определяет точность представления числа, а длина порядка ограничивает диапазон допустимых значений. При этом, если мантисса выходит за разрядную сетку ПК, то происходит ее округление.

3. Какие стандартные операции возможны над числами?

Над числами возможны арифметические и логические операции

Логические:

Сравнение, для целых: исключающее ИЛИ, логическое И, ИЛИ, побитовое отрицание

Арифметические:

Сложение, вычитание, унарный плюс и минус, инкремент и декремент, умножение и деление, для целых - деление по модулю

4. Какой тип данных может выбрать программист, если обрабатываемые числа превышают возможный диапазон представления чисел в ПК?

Для обработки превышающих чисел возможный диапазон представления используется массив цифр, так же можно создать структуру данных где будет храниться мантисса числа, знак мантиссы, степень, знак степени

5. Как можно осуществить операции над числами, выходящими за рамки машинного представления?

Операции над числами, которые выходят за рамки машинного представления можно осуществлять при помощи алгоритмов сложения, вычитания, умножения и деления в столбик