Лабораторная работа №1 по дисциплине

“Типы и структуры данных”

Сорокин Антон ИУ7-32Б

Номер по списку - 24

***Условие задачи***

Смоделировать операцию деления действительного числа в форме ±m.n Е ±K, где суммарная длина мантиссы (m+n) - до 30 значащих цифр, а величина порядка K - до 5 цифр, на целое число длиной до 30 десятичных цифр. Результат выдать в форме ±0.m1 Е ±K1, где m1 - до 30 значащих цифр, а K1 - до 5 цифр.

***Техническое задание***

*Исходные данные*

На вход с консоли подаются две строки. Первая строка содержит в себе действительное число с мантиссой и порядком, вторая – целое число. Формат первой строки должен быть:

±\_\_\_\_до\_30\_цифр\_\_\_ E ±5цифр,

т. е. мантисса не должна содержать больше 30 цифр, а порядок – не больше 5; знак ± мантиссы и порядка при вводе не обязательны (тогда по умолчанию число положительно); написание порядка обязательно, разделять мантиссу и оператор следует буквой ‘E’ или ‘e’, обрамлённой пробелами, в мантиссе можно ввести десятичную точку (не запятую).

Формат второй строки должен соответствовать формату мантиссы первой, т. е. может не иметь знак (тогда по умолчанию число положительно) и содержит не больше 30 цифр.

Обе строки не могут содержать другие символы, кроме цифр, знаков + и – и, в случае вещественного числа, разделителя « E » или « e », десятичной точки.

*Результат*

Программа на выход на экран выдаёт нормализованную строку результата в формате:

±0. ±\_\_\_\_до\_30\_цифр\_\_\_ E ±5цифр,

т. е. формат совпадает с форматом первой входной строки.

*Описание задачи*

Программа выполняет деление длинных числе, которые не могут быть представлены в памяти компьютера с использованием стандартных типов данных, как единое число. По этой причине используются массивы для хранения цифр чисел.

*Аварийное завершение работы программы*

Программа завершается аварийно в случае, если:

* формат введённых строк не соответствует вышеуказанным;
* если на вход в качестве делителя был подан ноль, т. к. деление на ноль невозможно;
* превышение допустимого порядка числа при вычислениях и нормализации числа.

***Обращение к программе***

Исполняемый файл app.exe создается путем автоматической сборки проекта с помощью файла makefile. Для выполнения работы следует запустить данный исполняемый файл без каких-либо аргументов.

***Алгоритм***

* Получение исходных строк.
* Проверка соответствию форматам и запись цифр в массивы.
  + в случае несоответствия, вывести ошибку
* Нормализация вещественного числа.
  + в случае переполнения порядка, вывести ошибку
* Выполнение деления, пока не будет достигнут конец массива результата (30 цифр):
  + Переходить к следующему разряду исходного числа до тех пор, пока число не будет больше делителя. В этом случае в частное записывать 0 и также смещать в нём текущий разряд. При первой итерации, если изначально число оказалось меньше делителя, и частное начинается с 0., то увеличивать добавок к порядку.
  + Выполнять вычитания из числа делителя, пока число не станет меньше делителя, добавляя в число частного на текущую позицию по единице.
  + Перейти к следующему разряду в исходном числе и в результирующем.
* Провести дополнительную операцию деления для одного разряда, уходящего за допустимую сетку. Результат сохранить отдельно как дополнительную цифру.
* Выполнить округление результата с учётом дополнительной цифры.
* Вычислить результирующий порядок числа с учётом порядка исходного числа и добавки.
  + в случае переполнения порядка, вывести ошибку
* Определить, с какой позиции в числе начинаются незначащие нули.
* Вывести цифры числа до этой позиции.

***Тестовые данные***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ввод | Вывод | Класс эквивалентности |
|  | Empty string was entered! | Пустая строка |
| + | Incorrect number format! | Нет мантиссы |
| E +11 | Incorrect number format! | Нет мантиссы |
| +55 | Incorrect number format! | Нет порядка |
| +55E11 | Incorrect number format! | Неверный формат порядка |
| +1234567890123456789012345678901 E 11 | Incorrect number format! | Введено больше 30 разрядов в мантиссу |
| +1 E +100001 | Incorrect number format! | Переполнение порядка |
| -55 E | Incorrect number format! | Нет порядка |
| +-1 E +15 | Incorrect digit! | Лишние знаки в мантиссе |
| +1 E -+15 | Incorrect digit! | Лишние знаки в экспоненте |
| +1 E +15 | Incorrect number format! | Лишние пробелы |
| +1 E E +15 | Incorrect digit! | Лишний знак экспоненты |
| +1 E +12.5 | Incorrect digit! | Вещественный порядок |
| +1 E +a | Incorrect digit! | Символьный порядок |
| +1343a12 E +15 | Incorrect digit! | Недопустимый символ в мантиссе |
| +1 E +99999 | Exponent overflow! | Переполнение порядка исходного числа |
| +0.01 E -99999 | Exponent overflow! | Переполнение порядка исходного числа |
| 0.1 E 0  (пустая строка) | Empty string was entered! | Пустая строка |
| 0.1 E 0  + | Incorrect number format! | Нет цифр числа |
| 0.1 E 0  +1234567890123456789012345678901 | Incorrect number format! | Введено больше 30 разрядов |
| 0.1 E 0  1a2312 | Incorrect digit! | Недопустимые символы в строке |
| 0.1 E 0  1.2312 | Incorrect digit! | Введена десятичная точка |
| 0.1 E 0  0 | Division by zero! | Деление числа на 0 |
| 0 E 0  0 | Division by zero! | Деление 0 на 0 |
| 0.0 E 55  1 | +0.0 E -00000 | Деление 0 на число, отличное от 0 |
| +0.1 E -99999  10 | Exponent overflow! | Переполнение после деления |
| +123.45 E +01  1 | +0.12345 E +00004 | Деление на 1 |
| +123.45 E +01  -1 | -0.12345 E +00004 | Деление на -1 |
| +0.25 E +01  100 | +0.25 E -00001 | Порядок меняет знак  c + на - |
| +0.25 E +01  10 | +0.25 E -00000 | Порядок становится нулевым |
| +2 E +00  3 | +0.666666666666666666666666666667 E -00000 | После деления необходимо округление (доп. цифра > 4) |
| 1 E +00  3 | +0.333333333333333333333333333333 E -00000 | После деления округление не нужно (доп. цифра <= 4) |
| +0.12 E -001  12 | +0.1 E -00002 | Общий случай |
| +999999999999999999999999999999 E 0  2 | +0.5 E +00030 | После деления необходимо округление (доп. цифра > 4), остаётся одна цифра |

***Внутренние структуры данных***

Для хранения больших чисел используются массивы. Для представления вещественного числа используются два массива: отдельно для мантиссы и отдельно для порядка.

Массив целого числа или мантиссы:

* Кол-во элементов – 31
* Первые 30 элементов – цифры целого числа
* 31ый элемент – знак числа (коды символов ‘+’ или ‘-‘)

Массив порядка:

* Кол-во элементов – 7
* Первые 5 элементов – цифры порядка
* 6ой элемент – знак порядка (коды символов ‘+’ или ‘-‘)
* 7ой элемент – позиция десятичной точки в мантиссе (используется при чтении)

При чтении и обработке ввода:

* Строки:
  + Строка из 40 символов для чтения вещественного числа: 30 (разряды мантиссы) + 2 (для возможных знака и точки) + 3 (для разделителя E) + 5 (разряды порядка) + 1 (знак порядка)
  + Строка из 31 символа для чтения целого числа: 30 (разряды числа) + 1 (знак числа)
* Целые:
  + len – длина введённой строки
  + slen – длина введённой строки с сокращением знаков и разделителей (для проверки на допустимую длину)
  + i – итератор по введённой строке
  + j – количество значащих разрядов
  + left, right – левая и правая границы записи числа без незначащих нулей

При вычислении:

* Целые:
  + nlen – количество значащих разрядов делителя
  + res\_i – итератор по массиву частного
  + add\_exp – величина порядка, которая добавляется к результату после вычислений (зависит от положения точки)
  + extra\_digit – результатирующая цифра частного при делении, если превышен порядок мантиссы частного
* Указатели на целое:
  + pb, pe – указатели на первую и последнюю цифры текущего делимого в составе полного (при выполнении деления «уголком»)

При округлении, суммировании и вычитании:

* Целые:
  + d – десяток на перенос или вычет

При нормализации:

* Целые:
  + dot\_pos – массив прибавляемого/вычитаемого порядка при нормализации
  + add\_exp – величина порядка, которая добавляется к результату после вычислений (зависит от положения точки)

***Выводы***

По выполнении данной лабораторной работы, можно сделать вывод о том, что для выполнения длинной арифметики следует использовать массивы для записи цифр числа, а для выполнения операций использовать поразрядные методы вычисления («столбиком» и «уголком»).

***Ответы на вопросы***

* Каков возможный диапазон чисел, представляемых в ПК?

Возможный диапазон чисел, представляемых в ПК, зависит от архитектуры самой машины. Так, для 32-разрядной машины диапазоном целых чисел является [-232 ; 232 – 1], а для 64-разрядной машины - [-264 ; 264 – 1].

Для вещественных чисел максимально возможное число двоичных разрядов составляет 52 под хранение мантиссы и 11 под разряд. Соответственно диапазон следующий: [3.6 E –4951; 1.1 E +4932]

* Какова возможная точность представления чисел, чем она определяется?

Как правило, до 20 десятичных разрядов мантиссы. Определяется архитектурой машины

* Какие стандартные операции возможны над числами?

Арифметические: сложение, вычитание, умножение, деление

Операции сравнения

Логические

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

Массив целых или символов для записи цифр числа

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

Следует выполнять поразрядные операции сложения и вычитания, которые применяются в алгоритмах сложения, вычитания, умножения и деления.