

Лекция VI

22 ноября 2017

Ввод - вывод: как работает

Ввод/вывод: что происходит



Данные в программе:

- * Текст: `char`
- * Числа: `int`, `double`, `size_t`

Данные снаружи:

- * Байты
 - > текст (ASCII, UTF8, ...)
 - > бинарные данные (raw bytes)

Концепция потока данных (stream)

- Логическая сущность, связывающаяся с одним приёмником или источником данных
- Берёт на себя обязанности по приёму/отправке байт извне
- Преобразует байты в значения требуемых типов при вводе; преобразует значения различных типов в байтовое представление при выводе
- Скрывает взаимодействие с реальным устройством ввода-вывода

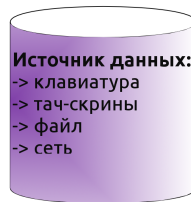
Потоковый ввод/вывод



Поток данных для вывода



Поток данных для ввода

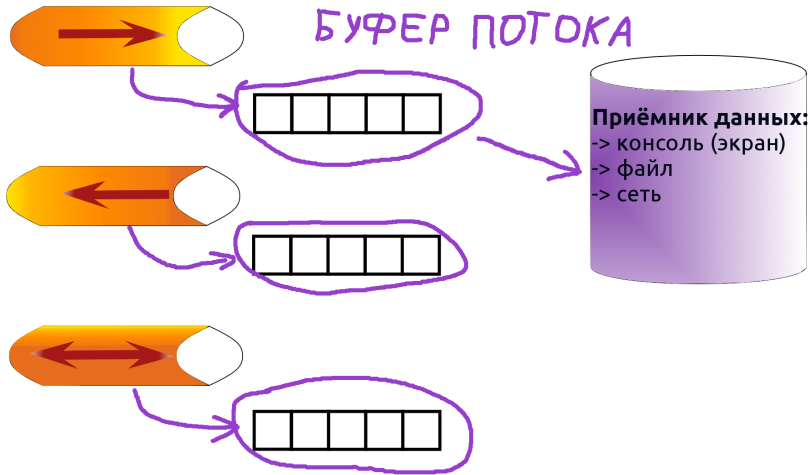


Данные в программе:

- * Текст: `char`
- * Числа: `int`, `double`, `size_t`

Данные снаружи:

- * Байты
 - > текст (ASCII, UTF8, ...)
 - > бинарные данные (raw bytes)



Потоковый ввод/вывод

Как правило, для каждой исполняемой программы на языке C при запуске создаются три потока



stdout: printf, putc, puts



stdin: scanf, getc, fgetc



stderr: perror

Функции для создания файловых потоков ввода-вывода определены в библиотеке **<stdio.h>**.

```
1 #include <stdio.h>
```

Тип, с помощью которого происходят все манипуляции с потоком, это структура **FILE**

Полезная константа, объявленная внутри библиотеки - **EOF** (конец файла, как правило целое значение, равное -1)

Функция **fopen** - создание потока для работы с конкретным файлом

```
FILE* fopen(const char *file_name,  
            const char *mode);
```

- 1-ая строка **file_name** - название файла (полный путь)
- 2-ая строка **mode** - режим работы потока, состоящий из **типа операции** (ввод, вывод, всё вместе) и **дополнительных модификаторов** (читать информацию как текст или двоичные данные)
- Возвращаемое значение: указатель на структуру **FILE** (который и является потоком), если создание потока прошло успешно, и **NULL** - в противном случае

Функция **fopen** - режимы открытия (1):

mode	Что означает
"r", "rb"	read: создание потока для ввода (чтения) данных. Файл должен существовать
"w", "wb"	write: создание потока для вывода (записи) данных. Если файл уже существует, то всё его содержимое удаляется . Если не существует - создаётся новый файл
"a", "ab"	append: создание потока для вывода данных в конец файла (дозапись). Если файл не существует - создаётся новый. Невозможно записать в произвольное место в файле

Функция **fopen** - режимы открытия (2):

mode	Что означает
"r+", "rb+"	update: создание потока для одновременного ввода/вывода. Файл должен существовать, выводить данные можно в любое место файла
"w+", "wb+"	update: одновременный ввод/вывод. Создаётся новый файл, либо удаляется содержимое существующего
"a+", "ab+"	update: одновременный ввод/вывод, но операции вывода осуществляются только в конец файла

Функция **fclose** - закрытие существующего файлового потока (прекращение связи с файлом)

```
int fclose(FILE *stream);
```

- Аргумент **stream** - указатель на поток, подлежащий закрытию. **Не пытайтесь** передать в функцию нулевой указатель.
- Возвращаемое значение: **нуль**, если закрытие прошло успешно; значение **EOF** - в противном случае

Потоковый ввод/вывод: файлы

Создание/закрытие файловых потоков: общий шаблон для работы

```
1 FILE *f_in_data = NULL;
2
3 f_in_data = fopen("my_data_file.txt", "r");
4 if (f_in_data != NULL) {
5     // Получаем данные из файла
6     // В какие-нибудь переменные
7     fclose(f_in_data);
8 } else {
9     perror("Ошибка открытия файла");
10 }
```

Ввод/вывод данных



Форматированный:

Для чтения: каждая группа символов (разделяемых пробелами) преобразуется в значение требуемого типа.

Для записи: значения конкретного типа преобразуется в текстовый вид самим потоком, и отправляется в файл.



Неформатированный:

читается/записывается строго определённое количество байт (указываемое в программе) и никаких форматных преобразований не происходит

Потоковый вывод в файлы

Функция **fprintf** - форматирование и вывод значений всех фундаментальных типов (и строк) в заданный файл

```
int fprintf(FILE *stream,  
            const char *format_str, ...);
```

- Аргумент **stream** - указатель на поток, в который осуществляется запись. Должен быть открыт в соответствующем режиме
- Аргумент **format_str** - форматная строка, содержащая произвольные символы и спецификаторы выводимых значений (%-последовательности)
- ... - переменное количество аргументов, равное количеству указанных в **format_str** спецификаторов, и соответствующие значения для вывода
- Возвращаемое значение: в случае успеха - количество записанных байт; иначе - некоторое отрицательное значение. **Традиционно, очень важный параметр**

Пример `fprintf`

```
1 FILE *f_out = NULL;
2
3 f_out = fopen("some_results.txt", "w");
4 if (f_out != NULL) {
5     int i_num = 567;
6     double r_num = 14.8326372364277;
7     char str[] = "Как всё просто";
8
9     fprintf(f_out, "Целое число: %+08d\n", i_num);
10    fprintf(f_out, "    Десятичное: %.5f\n", r_num);
11    fprintf(f_out, "Строка: {%s}\n", str);
12    fprintf(f_out, "%d * %d = %d", 4, 5, 20);
13
14    fclose(f_out);
15 } else {
16     perror("Ошибка открытия файла");
17 }
```


Потоковый вывод в файлы

Пример **fprintf**: в файле "some_results.txt" окажется текст:

Целое число: +0000567

Десятичное: +14.83264

Строка: {{Как всё просто}}

4 * 5 = 20

Для справки

Функция **fopen** при открытии файла на запись, создаёт его в той же директории, откуда запускается программа. Создавать поддиректории, увы, невозможно стандартной библиотекой ввода-вывода.

Более подробно про вывод значений -

<https://github.com/posgen/OmsuMaterials/wiki/Format-output-in-C>

Функция **fputc** - запись одного символа (значения типа **char**) в файл

```
int fputc(int character, FILE *stream);
```

- Аргумент **character** - символ для записи. Принимается целочисленный код символа, но рекомендуется ограничиваться символами из таблицы ASCII
- Аргумент **stream** - указатель на поток, в который происходит запись
- Возвращаемое значение: в случае успеха - записанный символ; иначе - константа **EOF**

Потоковый вывод в файлы

Пример **fputc** - запись цифр в файл

```
1 FILE *f_digits = NULL;
2
3 f_digits = fopen("all_digits.dat", "w");
4 if (f_digits != NULL) {
5     for (char sym = '0'; sym <= '9'; ++sym) {
6         fputc(sym, f_digits);
7     }
8
9     fclose(f_digits);
10 } else {
11     perror("Ошибка открытия файла");
12 }
```

Функция **fputs** - запись строк в файл

```
int fputs(const char *str, FILE *stream);
```

- **str** - строка для записи. Функция записывает всю переданную строку (до символа окончания строки). В отличии от **puts**, *не добавляет* символа переноса `'\n'`
- **stream** - указатель на поток, в который происходит запись
- Возвращаемое значение: в случае успеха - некоторое неотрицательное число; иначе - константа **EOF**

Пример fputs

```
1 FILE *f_log = NULL;
2
3 f_log = fopen("logfile.dat", "w");
4 if (f_log != NULL) {
5     fputs("1-ые вычисления - успешно\n", f_log);
6
7     fputs("2-ые вычисления - успешно\n", f_log);
8
9     fputs("3-ые вычисления - неудача\n", f_log);
10
11     fclose(f_log);
12 } else {
13     perror("Ошибка открытия файла");
14 }
```

Пример **fputs**: в файле "logfile.dat" окажутся три строки:

1-ые вычисления - успешно

2-ые вычисления - успешно

3-ие вычисления - неудача

Потоковый ввод из файлов

Функция **fscanf** - форматированный ввод значений различных типов из файлового потока

```
int fscanf(FILE *stream,  
           const char *format_str, ...);
```

- **stream** - указатель на поток, из которого осуществляется чтение
- **format_str** - форматная строка, содержащая произвольные символы и спецификаторы вводимых значений (%-последовательности)
- ... - переменное количество аргументов, равное количеству указанных в **format_str** спецификаторов, и соответствующие адреса переменных для записи вводимых значений
- Возвращаемое значение: в случае успеха - количество записанных значений, равное количеству дополнительных аргументов; иначе - либо константа **EOF**, либо число меньшее количества доп. аргументов

Потоковый ввод из файлов

Пример **fscanf**: дан файл my_data.txt

45 678.905

1.2387E-3

Строка - просто строка

```
1 FILE *f_data = NULL;
2
3 f_data = fopen("my_data.txt", "r");
4 if (f_data == NULL) {
5     perror("Ошибка открытия файла"); exit(1);
6 }
7
8 int num1; double real1, real2;
9 fscanf(f_data, "%d %lf", &num1, &real1);
10 fscanf(f_data, "%le", &real2);
11
12 printf("Целое: %d, вещественные: %f, %f\n",
13        num1, real1, real2);
14 //... продолжение на следующем слайде
```


Потоковый ввод из файлов

Пример **fscanf**: дан файл my_data.txt

45 678.905

1.2387E-3

Строка – просто строка

```
1 //... начало на предыдущем слайде
2
3 char word[50];
4 fscanf(f_data, "%50s", word);
5
6 puts("Первое слово из файла:");
7 puts(word);
8
9 fclose(f_data);
```

Более подробно про ввод значений -

<https://github.com/posgen/OmsuMaterials/wiki/Format-output-in-C>

Функция **fgetc** - ввод одного символа из файла

```
int fgetc(FILE *stream);
```

- **stream** - указатель на поток, из которого осуществляется чтение
- Возвращаемое значение: в случае успеха - код текущего символа в файле; иначе - константа **EOF**

Потоковый ввод из файлов

Пример **fgetc**: есть файл text.txt:

Файл для посимвольного

чтения информации; #1 2# #3 #4 5

#...#

```
1 FILE *f_text = NULL;
2 f_text = fopen("text.txt", "r");
3 if (f_text == NULL) { ... }
4
5 int symb, sharp_count = 0;
6
7 do {
8     symb = fgetc(f_text);
9     putc(symb);
10
11     if (symb == '#') { ++sharp_count; }
12 } while (symb != EOF);
13
14 fclose(f_text);
15 printf("Найдено %d решёток\n", sharp_count);
```

Функция **fgets** - ввод строки из файла

```
char* fgets(char *str, int max_count, FILE *stream)
```

- **str** - указатель на массив типа **char**, в который записываются извлекаемые символы
- **max_count** - максимально возможное количество символов, для записи в **str** с учётом символа окончания строки. Символ переноса строки **'\n'** - также может быть записан в **str**
- **stream** - указатель на поток, из которого осуществляется чтение
- Возвращаемое значение: в случае успеха - указатель на **str**; иначе - **NULL**

Пример **fgets**: дан файл `vip_text.txt` с текстом:

В теоретической механике широко применяются методы векторного исчисления и дифференциальной геометрии, математического анализа, дифференциальных уравнений, вариационного исчисления.

Потоковый ввод из файлов

Пример **fgets**: дан файл vip_text.txt

```
1 FILE *f_text = NULL;
2 f_text = fopen("vip_text.txt", "r");
3 if (f_text == NULL) { ... }
4
5 char buf[30];
6
7 while (fgets(buf, 30, f_text) != NULL) {
8     printf("<<%s>>\n", buf);
9 }
10
11 fclose(f_text);
```

Пример fgets: считывание всего текстового файла

```
1 char* fread_all_lines(const char *f_name) {
2     FILE *f_text = NULL;
3     f_text = fopen(f_name, "r");
4     if (f_text == NULL) { return NULL; }
5
6     const size_t SZ = 256; size_t cur_sz = SZ;
7     char buf[SZ], *str = NULL;
8     int is_first_text = 1;
9
10    while (fgets(buf, SZ, f_text) != NULL) {
11        if (is_first_text == 1) {
12            str = (char *) calloc(cur_sz, sizeof(char));
13            is_first_text = 0;
14        } else {
15            str = (char *) realloc(str, cur_sz * sizeof(char));
16        }
17        if (str == NULL) { break; }
18        strcat(str, buf); cur_sz += SZ;
19    }
20    fclose(f_text);
21
22    str = (char *) realloc(str, strlen(str) + 1);
23    return str;
24 }
```

Потоковый ввод из файлов

Пример **fgets**: считывание всего текстового файла в строку

```
1 char file_name[] = "my_text.txt";
2 char *str = fread_all_lines(file_name);
3
4 /*
5  Что-нибудь делаем с текстом
6  */
7
8 // Не забываем удалить динамическую память
9 free(str);
```