

Домашнее задание

Очередь

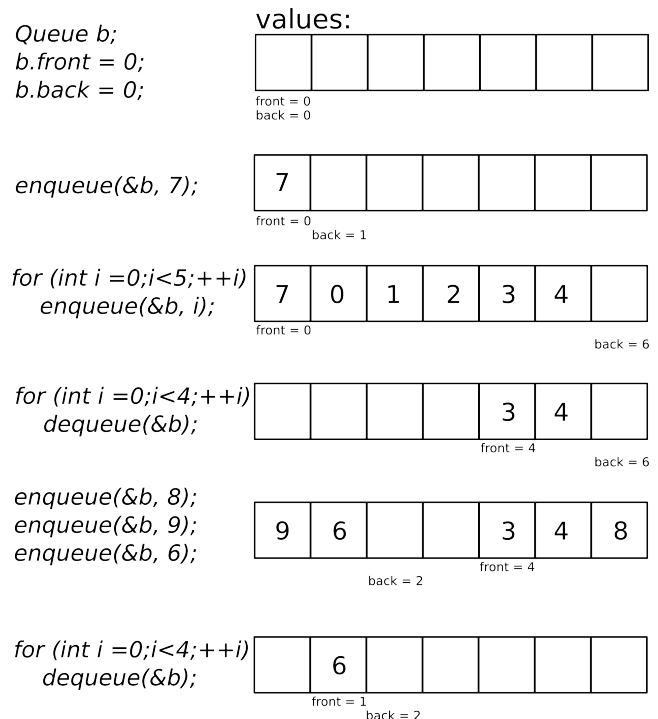
```
#define CAPACITY 7
typedef int Data;

struct queue
{
    int front;
    int back;
    Data values[CAPACITY];
};
typedef struct queue Queue;

// .....

int main()
{
    Queue a;
    queue_init(&a);
    enqueue(&a, 100);
    for (int i = 0; i < 20; ++i)
    {
        enqueue(&a, i);
        dequeue(&a);
    }
    enqueue(&a, 200);
    queue_print(&a);
}
```

Очередь — абстрактный тип данных с дисциплиной доступа к элементам «первый пришёл — первый вышел». Реализация с помощью массива:



Очередь со статическим массивом. Задачи:

1. Написать функцию `void enqueue(Queue* q, Data x)`.
2. Написать функцию `Data dequeue(Queue* q)`.
3. Написать функцию `void queue_init(Queue* q)`. Протестируйте очередь: проверьте, что выведет программа, написанная выше.
4. Написать функцию `int queue_is_empty(Queue* q)`, которая возвращает 1 если очередь пуста и 0 иначе.
5. Написать функцию `int queue_get_size(Queue* q)`, которая возвращает число элементов в очереди (не capacity!).
6. Написать функцию `int queue_is_full(Queue* q)`, которая возвращает 1 если очередь заполнена и 0 иначе.
7. Написать функции `Data queue_get_front(Queue* s)` и `Data queue_get_back(Queue* s)`, которые возвращают элементы, находящиеся в начале и в конце очереди соответственно, но не изменяют очередь.
8. Написать функцию `void queue_print(Queue* s)`, которая распечатывает все элементы очереди.
9. Что произойдёт, если вызвать `enqueue()` при полной очереди или `dequeue()` при пустой? Обработайте эти ситуации. Программа должна печатать сообщение об ошибке и завершаться с аварийным кодом завершения. Чтобы завершить программу таким образом можно использовать функцию `exit()` из библиотеки `stdlib.h`. Пример вызова: `exit(1)`;
10. Протестируйте очередь на следующих тестах:
 - (a) В очередь добавляется 4 элемента, затем удаляется 2. Вывести содержимое очереди с помощью `queue_print()`
 - (b) В очередь добавляется очень много элементов (больше чем `CAPACITY`). Программа должна напечатать сообщение об ошибке.

- (с) В очередь добавляется 3 элемента, затем удаляется 2, затем добавляется очень много элементов (больше чем CAPACITY). Программа должна напечатать сообщение об ошибке.
- (d) В очередь добавляется 3 элемента, затем удаляется 4. Программа должна напечатать сообщение об ошибке.
- (e) В очередь добавляется 2 элемента, затем выполняется следующий цикл:

```
for (int i = 0; i < 10000; ++i)
{
    enqueue(&a, i);
    dequeue(&a);
}
```

Вывести содержимое очереди с помощью `queue_print()`

Очередь с динамическим массивом. Задачи:

Описание такой очереди выглядит следующим образом:

```
struct queue
{
    int capacity;
    int front;
    int back;
    Data* values;
};
typedef struct queue Queue;
```

11. Скопируйте код очереди со статическим массивом в новый файл и измените описание структуры как показано выше. Define-макрос CAPACITY больше не нужен, его можно удалить.
12. Измените функцию `void queue_init(Queue* q)` на `void queue_init(Queue* q, int initial_capacity)`. Теперь она должна присваивать `capacity` начальное значение `initial_capacity` и выделять необходимую память под массив `values`.
13. Измените функцию `void enqueue(Queue* q)`. Теперь, при заполнении очереди должно происходить перераспределение памяти с помощью функции `realloc()`. После перераспределения нужно переместить элементы массива на новые места и изменить `front` и `back`. Если `front != 0`, то нужно переместить элементы массива от `front` до конца старого массива `values` в конец нового массива `values`.
14. Добавьте функцию `void queue_destroy(Queue* q)`, которая будет освобождать память, выделенную под массив `values`.
15. Протестируйте очередь: в очередь добавляется много элементов ($\gg 10^3 > \text{initial_capacity}$). Программа **не** должна напечатать сообщение об ошибке (если только совокупный размер элементов не превышает размер доступной оперативной памяти).
- 16.* (Необязательная задача) В случае, если `malloc()` или `realloc()` не смогли выделить запрашиваемый объём памяти (например, по причине того, что этот объём больше, чем вся доступная оперативная память или по какой-нибудь иной причине), то они возвращают значение `NULL`. Программа должна это учитывать и завершаться с ошибкой, если нельзя выделить нужный объём памяти. Как правильно использовать `realloc()` можно посмотреть по следующей ссылке:
<https://stackoverflow.com/questions/21006707/proper-usage-of-realloc>