МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МО ЭВМ

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Программирование»

Тема: Программа по обработке bmp-файла

Студент гр. 3344 _____ Ханнанов А.Ф.

Преподаватель _____ Глазунов С.А.

Санкт-Петербург

2024

ЗАДАНИЕ
НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Студент Ханнанов А.Ф.

Группа 3344

Тема работы: “Программа по обработке bmp-файла”

Исходные данные:

- 24 бита на цвет
- без сжатия
- файл может не соответствовать формату BMP, т.е. необходимо проверка на BMP формат (дополнительно стоит помнить, что версий у формата несколько). Если файл не соответствует формату BMP или его версии, то программа должна завершиться с соответствующей ошибкой.
- обратите внимание на выравнивание; мусорные данные, если их необходимо дописать в файл для выравнивания, должны быть нулями.
- обратите внимание на порядок записи пикселей
- все поля стандартных BMP заголовков в выходном файле должны иметь те же значения что и во входном (разумеется кроме тех, которые должны быть изменены).

Содержание пояснительной записки:

1. Содержание
2. Введение
3. Задание варианта
4. Функции программы
5. Полученные результаты

6. Заключение
7. Список использованных источников
8. Инструкция по запуску
9. Пример работы программы
10. Код программы

Предполагаемый объем пояснительной записки:

Не менее 30 страниц.

Дата выдачи задания: 18.03.2024

Дата сдачи реферата: 15.05.2024

Дата защиты реферата: 15.05.2024

Студент	Ханнанов А.Ф.
Преподаватель	Глазунов С.А.

АННОТАЦИЯ

Курсовая работа подразумевает создание программы по редактированию bmp-файла с реализацией CLI интерфейса. Программа пишется на языке C++. Она реализует методы копирование части изображения, отображение относительно заданной оси, изменение компонент цветовых пикселей. Результатом работы программы является обработанное изображение, сохранённое в заданный файл. Помимо этого, программа обрабатывает ошибки, которые могут возникнуть при неправильных входных данных.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Целью работы является создание программы для обработки bmp-изображения через CLI интерфейс.

Для достижения цели нужно решить следующие задачи:

1. Изучение bmp формата
2. Изучение работы с данными, вводящимися через консоль (библиотека getopt)
3. Реализация функций работы с изображением
4. Обработка некорректных входных данных

1. ЗАДАНИЕ ВАРИАНТА

Программа должна иметь следующую функции по обработке изображений:

1. Отражение заданной области. Флаг для выполнения данной операции: `--mirror`. Этот функционал определяется:
    - выбором оси относительно которой отражать (горизонтальная или вертикальная). Флаг `--axis`, возможные значения `x` и `y`
    - Координатами левого верхнего угла области. Флаг `--left_up`, значение задаётся в формате `left.up`, где left – координата по x, up – координата по y
    - Координатами правого нижнего угла области. Флаг `--right_down`, значение задаётся в формате `right.down`, где right – координата по x, down – координата по y
2. Копирование заданной области. Флаг для выполнения данной операции: `--copy`. Функционал определяется:
    - Координатами левого верхнего угла области-источника. Флаг `--left_up`, значение задаётся в формате `left.up`, где left – координата по x, up – координата по y
    - Координатами правого нижнего угла области-источника. Флаг `--right_down`, значение задаётся в формате `right.down`, где right – координата по x, down – координата по y
    - Координатами левого верхнего угла области-назначения. Флаг `--dest_left_up`, значение задаётся в формате `left.up`, где left – координата по x, up – координата по y
3. Заменяет все пиксели одного заданного цвета на другой цвет. Флаг для выполнения данной операции: `--color_replace`. Функционал определяется:

    - Цвет, который требуется заменить. Флаг `--old_color` (цвет задаётся строкой `rrr.ggg.bbb`, где rrr/ggg/bbb – числа, задающие цветовую компоненту. пример `--old_color 255.0.0` задаёт красный цвет)
    - Цвет на который требуется заменить. Флаг `--new_color` (работает аналогично флагу `--old_color`)
4. Фильтр rgb-компонент. Флаг для выполнения данной операции: `--rgbfilter`. Этот инструмент должен позволять для всего изображения либо установить в диапазоне от 0 до 255 значение заданной компоненты. Функционал определяется
    - Какую компоненту требуется изменить. Флаг `--component_name`. Возможные значения `red`, `green` и `blue`.
    - В какой значение ее требуется изменить. Флаг `--component_value`. Принимает значение в виде числа от 0 до 255

- Каждую подзадачу следует вынести в отдельную функцию, функции сгруппировать в несколько файлов (например, функции обработки текста в один, функции ввода/вывода в другой). Сборка должна осуществляться при помощи make и Makefile или другой системы сборки

2. ФУНКЦИИ ПРОГРАММЫ

2.1. main.cpp

- main – основная функция, из которой идёт вызов всех остальных а также возвращение результата

2.2. inputFunctions.cpp

- inputFunction – с помощью getopt считывает данные, переданные в консоли

2.3. secondary_functions.cpp

- print_file_header – выводит данные заголовка
- print_info_header – выводит информацию о файле
- readBMP – читает bmp файл
- writeBMP – записывает bmp файл
- stringDecomposeFunc – разбивает строку вида “ЧИСЛО.ЧИСЛО” на два числа и возвращает число в зависимости от корректности считывания
- colorDecomposeFunc – разбивает строку вида “ЧИСЛО.ЧИСЛО. ЧИСЛО” на 3 компоненты цвета и возвращает число в зависимости от корректности считывания
- checkCoords – меняет значения координат, если они не входят в область изображения
- findInputFile – ищет среди переданных функции флагов флаг задания входного файла
- findOutputFile – ищет среди переданных функции флагов флаг задания выходного файла
- checkFileName – проверяет корректность названия файла

2.4. check_functions.cpp

- checkMirrorValues – проверяет значения, переданные при вызове опции –mirror. В случае из корректности вызывает функцию mirrorFunc
- checkCopyValues – проверяет значения, переданные при вызове опции –copy. В случае из корректности вызывает функцию copyFunc
- checkReplaceValues – проверяет значения, переданные при вызове опции –color_replace. В случае из корректности вызывает функцию replaceFunc
- checkFilterValues – проверяет значения, переданные при вызове опции –rgbfilter. В случае из корректности вызывает функцию filterFunc

2.5. functions.cpp

- mirrorFunc – выполняет опцию –mirror
- copyFunc – выполняет опцию --copy
- replaceFunc – выполняет опцию –color_replace
- filterFunc – выполняет опцию –rgbfilter

3. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Созданная программа выполняет поставленные задачи. Она позволяет пользователю заниматься редактированием bmp изображений через консоль и имеет следующие возможности:

- Открытие и считывание изображений bmp формата
- Редактирование этих изображений с помощью четырёх различных опций
- Запись bmp файла
- Анализ входных данных на корректность

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Созданная программа успешно выполняет поставленные задачи. Она способна считывать, обрабатывать и записывать изображения bmp формата.

5. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Базовые сведения к выполнению курсовой работы по дисциплине «программирование». Второй семестр / сост.: М. М. Заславский, А. А. Лисс, А. В. Гаврилов и др.. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ “ЛЭТИ”, 2024. 36 с. (Дата обращения: 20.04.2024)

2. Сайт с примерами выполнения прикладных задач по программированию // GeeksforGeeks. URL: https://www.geeksforgeeks.org/ (Дата обращения: 23.04.2024)

3. Сайт с информацией по программированию // Metanit. URL: https://metanit.com/ (Дата обращения: 23.04.2024)

6. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЗАПУСКУ

Для запуска программы нужно провести сбору с помощью команды “make”. После сборки для запуска программы надо ввести “./cw” и начать ввод данных.

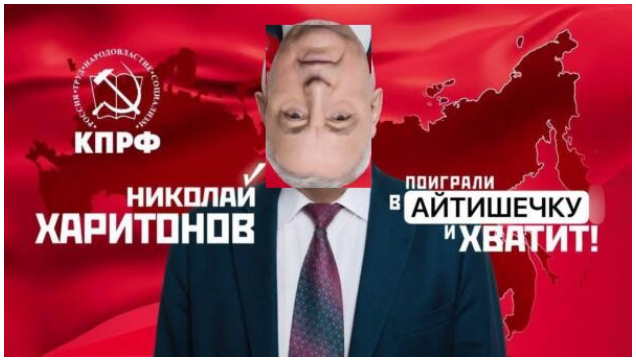
7. ПРИМЕРЫ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ

7.1. Функция –mirror:

Входные данные:

./cw —mirror —left_up 250.20 —right_down 350.175 —axis y -i test_image.bmp

Выходные данные:

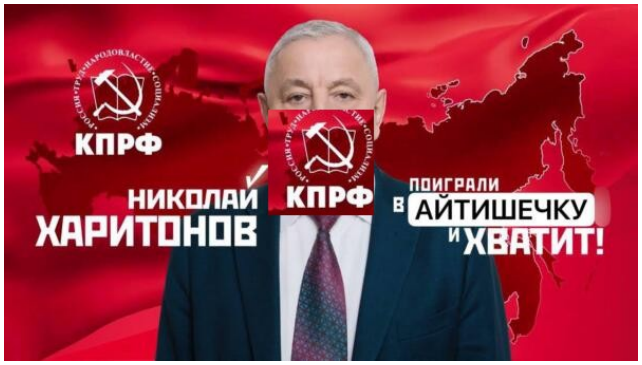


7.2. Функция –copy:

Входные данные:

./cw —copy —left_up 50.50 —right_down 150.150 —dest_left_up 250.100 -i test_image.bmp

Выходные данные:

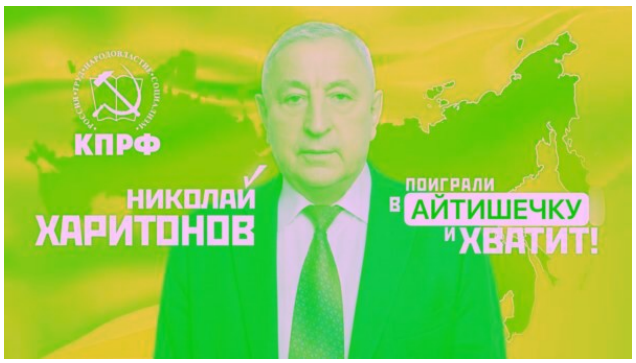


7.3. Функция –rgbfilter:

Входные данные:

./cw —rgbfilter —component_value 200 —component_name green -i test_image.bmp

Выходные данные:

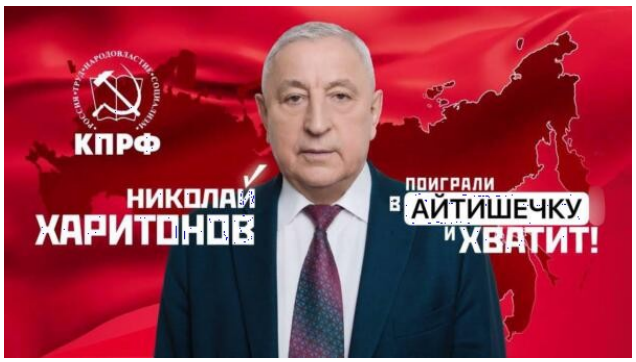


7.4. Функция –color_replace:

Входные данные:

./cw —color_replace —old_color 252.255.255 —new_color 0.0.255 -i test_image.bmp

Выходные данные:



ПРИЛОЖЕНИЕ А

КОД ПРОГРАММЫ

Makefile

```
CC = g++

all: cw

cw:    main.o    functions.o    check_functions.o    secondary_functions.o
inputFunctions.o
     $(CC)    -o    cw    main.o    functions.o    secondary_functions.o
check_functions.o inputFunctions.o

main.o: main.cpp BMP.hpp functions.hpp inputFunctions.hpp
     $(CC) -c main.cpp

functions.o: functions.cpp BMP.hpp
     $(CC) -c functions.cpp

check_functions.o:           check_functions.cpp           functions.hpp
secondary_functions.hpp BMP.hpp
     $(CC) -c check_functions.cpp

secondary_functions.o: secondary_functions.cpp BMP.hpp
     $(CC) -c secondary_functions.cpp

inputFunctions.o: inputFunctions.cpp
     $(CC) -c inputFunctions.cpp

clean:
     rm -f *.o cw
```

BMP.hpp

```
#ifndef _BMP_H_
#define _BMP_H_

#pragma pack(push, 1)


typedef struct {
    unsigned short signature;
    unsigned int filesize;
    unsigned short reserved1;
    unsigned short reserved2;
    unsigned int pixelArrOffset;
} BitmapFileHeader;


typedef struct {
    unsigned int headerSize;
```

```
    unsigned int width;
    unsigned int height;
    unsigned short planes;
    unsigned short bitsPerPixel;
    unsigned int compression;
    unsigned int imageSize;
    unsigned int xPixelsPerMeter;
    unsigned int yPixelsPerMeter;
    unsigned int colorsInColorTable;
    unsigned int importantColorCount;
} BitmapInfoHeader;


typedef struct {
    unsigned char b;
    unsigned char g;
    unsigned char r;
} Rgb;


#pragma pack(pop)

#endif
```

check_functions.cpp

```
#include <string>
#include <vector>
#include <utility>
#include <cstdlib>
#include <sstream>
#include <iostream>

#include "BMP.hpp"
#include "functions.hpp"
#include "secondary_functions.hpp"
#include "check_functions.hpp"


using namespace std;


int
checkMirrorValues (vector <pair<string, string>> dict, Rgb** arr, int H,
int W) {
    unsigned short int countValues = 0;
    int left, up, right, down, isCorrect;
    char axis;

    for (size_t i = 1; i < dict.size(); i++) {
        if (dict[i].second == "NULL") return 0;

        if (dict[i].first == "A") {
            if (dict[i].second.length() != 1 || (dict[i].second != "x" &&
dict[i].second != "y")) {
```

```
                cerr << "Введено некорректное значение для флага --axis\
n";
                return 0;
            }
            axis = dict[i].second[0];

        } else if (dict[i].first == "L") {
            isCorrect = stringDecomposeFunc(&left, &up, dict[i].second);
            if (isCorrect != 1) {
                    cerr << "Введено некорректное значение для флага --
left_up\n";
                return 0;
            }

        } else if (dict[i].first == "R") {
                        isCorrect  =  stringDecomposeFunc(&right,  &down,
dict[i].second);
            if (isCorrect != 1) {
                    cerr << "Введено некорректное значение для флага --
right_down\n";
                return 0;
            }

        } else if (dict[i].first == "i" || dict[i].first == "o") {
            continue;

        } else {
            cerr << "Введён некорректный флаг опции\n";
            return 0;
        }
        countValues++;
    }

    if (countValues == 3) {
        checkCoords(&left, &up, &right, &down, H, W);
        mirrorFunc(arr, axis, left, up, right, down, H, W);
    } else {
        cerr << "Введены не все флаги, необходимые для опции\n";
        return 0;
    }
    return 1;
}


int
checkCopyValues (vector <pair<string, string>> dict, Rgb** arr, int H,
int W) {
    unsigned short int countValues = 0;
    int left, up, right, down, newLeft, newUp, isCorrect;

    for (size_t i = 1; i < dict.size(); i++) {
        if (dict[i].second == "NULL") return 0;

        if (dict[i].first == "L") {
            isCorrect = stringDecomposeFunc(&left, &up, dict[i].second);
            if (isCorrect != 1) {
```

```
                    cerr << "Введено некорректное значение для флага --
left_up\n";
                return 0;
            }
        } else if (dict[i].first == "R") {
                    isCorrect  =  stringDecomposeFunc(&right,  &down,
dict[i].second);
            if (isCorrect != 1) {
                    cerr << "Введено некорректное значение для флага --
right_down\n";
                return 0;
            }
        } else if (dict[i].first == "D") {
            stringDecomposeFunc(&newLeft, &newUp, dict[i].second);
            if (isCorrect != 1) {
                    cerr << "Введено некорректное значение для флага --
dest_left_up\n";
                return 0;
            }
        } else if (dict[i].first == "i" || dict[i].first == "o") {
            continue;

        } else {
            cerr << "Введён некорректный флаг опции\n";
            return 0;
        }
        countValues++;
    }

    if (countValues == 3) {
         if (left < 0 || right >= W || right <= left || up < 0 || down >=
H || down <= up || newLeft + (right - left) >= W || newUp + (down - up)
>= H || newLeft < 0 || newUp < 0)
            return 1;

        copyFunc(arr, left, H - up - 1, right, H - down - 1, newLeft, H -
newUp - 1, H, W);
    } else {
        cerr << "Введены не все флаги, необходимые для опции" << endl;
        return 0;
    }
    return 1;
}


int
checkReplaceValues (vector <pair<string, string>> dict, Rgb** arr, int H,
int W) {
    unsigned short int countValues = 0;
    int r, g, b, newR, newG, newB, isCorrect;

    for (size_t i = 1; i < dict.size(); i++) {
        if (dict[i].second == "NULL") return 0;

        if (dict[i].first == "O") {
            isCorrect = colorDecomposeFunc(&r, &g, &b, dict[i].second);
            if (isCorrect == 1) {
```

```
                    cerr << "Введено некорректное значение для флага --
old_color\n";
                return 0;
            }
            if (isCorrect == 2) {
                 cerr << "Введено некорректное знаение компоненты цвета\
n";
                return 0;
            }
        } else if (dict[i].first == "N") {
                  isCorrect = colorDecomposeFunc(&newR, &newG, &newB,
dict[i].second);
            if (isCorrect == 1) {
                    cerr << "Введено некорректное значение для флага --
old_color\n";
                return 0;
            }
            if (isCorrect == 2) {
                 cerr << "Введено некорректное знаение компоненты цвета\
n";
                return 0;
            }
        } else if (dict[i].first == "i" || dict[i].first == "o") {
            continue;

        } else {
            cerr << "Введён некорректный флаг опции\n";
            return 0;
        }
        countValues++;
    }

    if (countValues == 2) {
        replaceFunc(arr, r, g, b, newR, newG, newB, H, W);
    } else {
        cerr << "Введены не все флаги, необходимые для опции" << endl;
        return 0;
    }
    return 1;
}


int
checkFilterValues(vector <pair<string, string>> dict, Rgb** arr, int H,
int W) {
    unsigned short int countValues = 0;
    string component;
    size_t compVal;

    for (size_t i = 1; i < dict.size(); i++) {
        if (dict[i].second == "NULL") return 0;

        if (dict[i].first == "C") {
            component = dict[i].second;
            if (component != "red" && component != "blue" && component !=
"green") {
                    cerr << "Введено некорректное значение для флага --
component_name\n";
```

```
                return 0;
            }
        } else if (dict[i].first == "V") {
            stringstream s;
            s << dict[i].second;
            s >> compVal;
            if (s.str() != to_string(compVal) || compVal < 0 || compVal >
255) {
                    cerr << "Введено некорректное значение для флага --
component_value\n";
                return 0;
            }
        }else if (dict[i].first == "i" || dict[i].first == "o") {
            continue;

        } else {
            cerr << "Введён некорректный флаг опции\n";
            return 0;
        }
        countValues++;
    }

    if (countValues == 2) {
        filterFunc(arr, component, compVal, H, W);
    } else {
        cerr << "Введены не все флаги, необходимые для опции\n";
        return 0;
    }
    return 1;
}
```

functions.cpp

```
#include <cstdlib>
#include <string>
#include <iostream>

#include "BMP.hpp"
#include "functions.hpp"


void
mirrorFunc (Rgb** arr, char axis, int left, int up, int right, int down,
int H, int W) {
    unsigned char r, g, b;
    Rgb a;

    if (axis == 'y') {
        for (size_t y = H - 1 - down; y < (H - 1) - (up + down) / 2; y++)
{
            for (size_t x = left; x < right + 1; x++) {
                a = arr[y][x];
                arr[y][x] = arr[2 * (H - 1) - up - down - y][x];
                arr[2 * (H - 1) - up - down - y][x] = a;
            }
```

```
        }
    } else if (axis == 'x') {
        for (size_t y = H - 1 - down; y < H - up; y++) {
            for (size_t x = left; x < (left + right) / 2 + 1; x++) {
                a = arr[y][x];
                arr[y][x] = arr[y][right + left - x];
                arr[y][right + left - x] = a;
            }
        }
    }
}


void
copyFunc(Rgb** arr, int left, int up, int right, int down, int newLeft,
int newUp, int H, int W) {

    if (left >= right || up <= down) return;

    Rgb** temporaryArr = new Rgb* [up - down];

    for (size_t i = 0; i < up - down; i++) {
        temporaryArr[i] = new Rgb [right - left];
        for (size_t j = 0; j < right - left; j++) {
            temporaryArr[i][j] = arr[up - i][left + j];
        }
    }

    for (size_t i = 0; i < up - down; i++) {
        for (size_t j = 0; j < right - left; j++) {
             if (newUp - i >= H || newUp - i < 0 || newLeft + j >= W ||
newLeft + j < 0) continue;
            arr[newUp - i][newLeft + j] = temporaryArr[i][j];
        }
        delete [] temporaryArr[i];
    }
    delete [] temporaryArr;
}


void
replaceFunc(Rgb** arr, int r, int g, int b, int newR, int newG, int newB,
int H, int W) {
    for (size_t y = 0; y < H; y++) {
        for (size_t x = 0; x < W; x++) {
            if (arr[y][x].r == r && arr[y][x].b == b && arr[y][x].g == g)
{
                arr[y][x].r = newR;
                arr[y][x].g = newG;
                arr[y][x].b = newB;
            }
        }
    }
}


void
filterFunc(Rgb** arr, std::string component, int compVal, int H, int W) {
```

```
    for (size_t y = 0; y < H; y++) {
        for (size_t x = 0; x < W; x++) {
            if (component == "red") {
                arr[y][x].r = compVal;
            } else if (component == "blue") {
                arr[y][x].b = compVal;
            } else if (component == "green") {
                arr[y][x].g = compVal;
            }
        }
    }
}


void
printHelp () {
       std::cout << "Course work for option 5.10, created by Artem
Khannanov\n\n";
    std::cout << "Описание функций:\n\n\
    --mirror - отражение заданной области;\n\
        --axis - ось, по которой будет отражение\n\
        --left_up - верхняя левая координата области\n\
        --right_down - правая нижняя координата области\n\
      --copy - копирование заданной области и вставка её в впо другим
координатам;\n\
        --left_up - верхняя левая координата области\n\
        --right_down - правая нижняя координата области\n\
        --dest_left_up - верхняя левая координата новой области\n\
        --color_replace - замена одного цвета на другой по всему
изображению;\n\
        --old_color - старый цвет\n\
        --new_color - новый цвет\n\
     --rgbfilter - замена компонента цвета на заданное значение по всему
изображению;\n\
        --component_name - название компоненты\n\
        --component_value - новое значение компоненты\n";
}
```

inputFunctions.cpp

```
#include <vector>
#include <string>
#include <getopt.h>

#include "inputFunctions.hpp"

using namespace std;


int
inputFunction (vector<pair<string, string>>* dict, int argc, char*
argv[]) {
    int opt, optionIndex, valuesCount;
    char* charValue = nullptr;
    valuesCount = 0;
```

```
    static struct option longOptions[] =
        {
             {"mirror", no_argument, 0, 'm'}, {"axis", required_argument,
0, 'A'},
                 {"left_up", required_argument, 0, 'L'}, {"right_down",
required_argument, 0, 'R'},

                      {"copy", no_argument, 0, 'c'}, {"dest_left_up",
required_argument, 0, 'D'},

                  {"color_replace", no_argument, 0, 'r'}, {"old_color",
required_argument, 0, 'O'},
            {"new_color", required_argument, 0, 'N'},

                 {"rgbfilter", no_argument, 0, 'f'}, {"component_name",
required_argument, 0, 'C'},
            {"component_value", required_argument, 0, 'V'},

                     {"input", required_argument, 0, 'i'}, {"output",
required_argument, 0, 'o'},
            {"info", no_argument, 0, 'I'}, {"help", no_argument, 0, 'h'},

            {0, 0, 0, 0}
        };

          opt = getopt_long(argc, argv, "mA:L:R:cD:rO:N:fC:V:i:o:h",
longOptions, &optionIndex);

    while (opt != -1) {
        charValue = optarg;
        valuesCount++;
        string value;
        char a[1];
        a[0] = opt;
        string name(a);

        if (charValue != NULL) {
            valuesCount++;
            value += charValue;
        } else {
            value += "NULL";
        }
        (*dict).emplace_back(name, value);

             opt = getopt_long(argc, argv, "mA:L:R:cD:rO:N:fC:V:i:o:h",
longOptions, &optionIndex);
    }
    return valuesCount;
}
```

main.cpp

```
#include <unistd.h>
```

```
#include <getopt.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <string>
#include <vector>
#include <iostream>
#include <sstream>

#include "BMP.hpp"
#include "functions.hpp"
#include "check_functions.hpp"
#include "secondary_functions.hpp"
#include "inputFunctions.hpp"


using namespace std;


int main (int argc, char* argv[]) {
    int isCorrectFile, valuesCount, isCheckCorrect;
    string InputFileName, OutputFileName;
    vector <pair<string, string>> optDict;
    BitmapFileHeader bmfh;
    BitmapInfoHeader bmif;

    // Считывание данных, первичная проверка ввода
    valuesCount = inputFunction(&optDict, argc, argv);
    if (valuesCount == 0) {
        cerr << "Введите данные для работы программы\n";
        return 40;
    }
    if (optDict[0].first == "h") {
        printHelp();
        return 0;
    }
    // ----------------------

    // Обработка входного файла
    if (argc - 1 > valuesCount) {
        InputFileName = argv[argc - 1];
    } else {
        if (findInputFile(optDict, &InputFileName) == 0) {
            cerr << "Введите название входного файла\n";
            return 40;
        }
    }
    isCorrectFile = checkFileName(InputFileName);
    if (isCorrectFile == 0) {
        cerr << "Введено некорректное имя входного файла\n";
        return 40;
    }
    // ----------------------

    // Обработка выходного файла
    OutputFileName = "out.bmp";
    findOutputFile(optDict, &OutputFileName);
    isCorrectFile = checkFileName(OutputFileName);
    if (isCorrectFile == 0) {
```

```
        cerr << "Введено некорректное имя выходного файла\n";
        return 40;
    }
    // ----------------------

    // Проверка входного и выходного файлов на равенство
    if (OutputFileName == InputFileName) {
         cerr << "Входной и выходной файлы должны иметь разные названия\
n";
        return 41;
    }
    // ----------------------

    // Создание массива пикселей
    Rgb** arr = readBMP(InputFileName, &bmfh, &bmif);
    if (arr == NULL) return 42;
    // ----------------------

    if (optDict[0].first == "I") {
        print_info_header(bmif);
        cout << "\n";
        print_file_header(bmfh);
        return 0;
    }

    isCheckCorrect = 1;

    if (optDict[0].first == "m") {
           isCheckCorrect = checkMirrorValues(optDict, arr, bmif.height,
bmif.width);

    } else if (optDict[0].first == "c") {
            isCheckCorrect = checkCopyValues(optDict, arr, bmif.height,
bmif.width);

    } else if (optDict[0].first == "r") {
          isCheckCorrect = checkReplaceValues(optDict, arr, bmif.height,
bmif.width);

    } else if (optDict[0].first == "f") {
          isCheckCorrect = checkFilterValues(optDict, arr, bmif.height,
bmif.width);

    } else {
        cerr << "Введены неверные данные\n";
        return 49;
    }

    if (isCheckCorrect == 0) return 43;

    writeBMP(OutputFileName, arr, bmif.height, bmif.width, bmfh, bmif);

    return 0;
}
```

secondary_functions.cpp

```
#include <cstdio>
#include <string>
#include <sstream>
#include <iostream>
#include <vector>
#include <fstream>

#include "BMP.hpp"
#include "secondary_functions.hpp"
#include "secondary_functions.hpp"


using namespace std;


void print_file_header (BitmapFileHeader header) {
    printf("signature:\t%x (%hu)\n", header.signature, header.signature);
    printf("filesize:\t%x (%u)\n", header.filesize, header.filesize);
    printf("reserved1:\t%x (%hu)\n", header.reserved1, header.reserved1);
    printf("reserved2:\t%x (%hu)\n", header.reserved2, header.reserved2);
          printf("pixelArrOffset:\t%x   (%u)\n",   header.pixelArrOffset,
header.pixelArrOffset);
}


void print_info_header (BitmapInfoHeader header) {
                printf("headerSize:\t%x    (%u)\n",    header.headerSize,
header.headerSize);
    printf("width: \t%x (%u)\n", header.width, header.width);
    printf("height: \t%x (%u)\n", header.height, header.height);
    printf("planes: \t%x (%hu)\n", header.planes, header.planes);
             printf("bitsPerPixel:\t%x   (%hu)\n",   header.bitsPerPixel,
header.bitsPerPixel);
               printf("compression:\t%x    (%u)\n",    header.compression,
header.compression);
    printf("imageSize:\t%x (%u)\n", header.imageSize, header.imageSize);
         printf("xPixelsPerMeter:\t%x  (%u)\n",  header.xPixelsPerMeter,
header.xPixelsPerMeter);
         printf("yPixelsPerMeter:\t%x  (%u)\n",  header.yPixelsPerMeter,
header.yPixelsPerMeter);
     printf("colorsInColorTable:\t%x (%u)\n", header.colorsInColorTable,
header.colorsInColorTable);
    printf("importantColorCount:\t%x (%u)\n", header.importantColorCount,
header.importantColorCount);
}


Rgb**
readBMP  (string&  file_name,  BitmapFileHeader*  bmfh,  BitmapInfoHeader*
bmif) {
    // Открытие файла
    ifstream f(file_name, ios::binary);
    if (!f.is_open()) {
        cerr << "Не удалось считать файл\n";
        return NULL;
    }
```

```
    // -----------------


    // Считывание заголовков
    f.read(reinterpret_cast <char*> (bmfh), sizeof(BitmapFileHeader));
    f.read(reinterpret_cast <char*> (bmif), sizeof(BitmapInfoHeader));
    // -----------------

    // Проверка на корректность
    if (bmfh->signature != 0x4D42) {
        cerr << "Файл не является bmp\n";
        return NULL;
    }
      if (bmif->compression != 0 || bmif->bitsPerPixel != 24 || bmif-
>headerSize != 40) {
        cerr << "Данная версия bmp не поддерживается\n";
        return NULL;
    }
    // ----------------------

    // Считывание массива пикселей
    unsigned int H = bmif->height;
    unsigned int W = bmif->width;

    int padding = (4 - (W * sizeof(Rgb)) % 4) % 4;

    Rgb** arr;
    arr = new Rgb* [H];
    //arr = (Rgb**)malloc(H * sizeof(Rgb*));

    for (size_t i = 0; i < H; i++) {
        arr[i] = new Rgb [W * sizeof(Rgb) + padding];
           f.read(reinterpret_cast <char*> (arr[i]), W * sizeof(Rgb) +
padding);
    }
    // ----------------------

    f.close();

    return arr;
}


void
writeBMP (string& fileName, Rgb** arr, int H, int W, BitmapFileHeader
bmfh, BitmapInfoHeader bmif) {
    ofstream f(fileName, ios::binary);

    f.write(reinterpret_cast <char*> (&bmfh), sizeof(BitmapFileHeader));
    f.write(reinterpret_cast <char*> (&bmif), sizeof(BitmapInfoHeader));

    int padding = (4 - (W * sizeof(Rgb)) % 4) % 4;

    for (size_t i = 0; i < H; i++) {
           f.write(reinterpret_cast <char*> (arr[i]), W * sizeof(Rgb) +
padding);
    }
```

```
    f.close();
}

// 1 - True; 0 - False
int
stringDecomposeFunc(int* first, int* second, string value) {
    char dot;
    istringstream sd(value);
    sd >> *first >> dot >> *second;
    sd.clear();

    if (sd.fail() || dot != '.') return 0;
    return 1;
}

// 0 - True; 1 - Wrong type; 2 - Wrong color
int
colorDecomposeFunc(int* r, int* g, int* b, string value) {
    char dot1, dot2;
    istringstream sd(value);

    sd >> *r >> dot1 >> *g >> dot2 >> *b;
    sd.clear();

    if (sd.fail() || dot1 != '.' || dot2 != '.') return 1;

    if (*r > 255 || *r < 0 || *b > 255 || *b < 0 || *g > 255 || *g < 0)
return 2;

    return 0;
}


void
checkCoords (int* left, int* up, int* right, int* down, int H, int W) {
    if (*right >= W) *right = W - 1;
    if (*left < 0) *left = 0;
    if (*down >= H) *down = H - 1;
    if (*up < 0) *up = 0;
}


int
findInputFile (vector <pair<string, string>> dict, string* InputFileName)
{
    for (size_t i = 0; i < dict.size(); i++) {
        if (dict[i].first == "i" && dict[i].second != "NULL") {
            (*InputFileName) = dict[i].second;
            return 1;
        }
    }
    return 0;
}


void
```

```
findOutputFile    (vector    <pair<string,    string>>    dict,    string*
OutputFileName) {
    for (size_t i = 0; i < dict.size(); i++) {
        if (dict[i].first == "o" && dict[i].second != "NULL") {
            (*OutputFileName) = dict[i].second;
            return;
        }
    }
}

// 0 - wrong file; 1 - normal file
int
checkFileName (string filename) {
    if (filename.size() < 5) return 0;

    return 1;
}
```