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

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Программирование»

Тема: Обработка BMP файла

Студент гр. 3341 _____ Кудин А.А.

Преподаватель _____ Глазунов С.А.

Санкт-Петербург

2024

ЗАДАНИЕ

НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Студент Кудин А.А.

Группа 3341

Вариант 12

Программа **обязательно должна иметь CLI** (опционально дополнительное использование GUI). Более подробно тут:

http://se.moevm.info/doku.php/courses:programming:rules_extra_kurs

Программа должна реализовывать весь следующий функционал по обработке bmp-файла

Общие сведения

- 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).

Программа должна иметь следующую функции по обработке изображений:

(1) Рисование квадрата. Флаг для выполнения данной операции: `--square`. Квадрат определяется:

Координатами левого верхнего угла. Флаг `--left_up`, значение задаётся в формате `left.up`, где left – координата по x, up – координата по y
Размером стороны. Флаг `--side_size`. На вход принимает число больше 0
Толщиной линий. Флаг `--thickness`. На вход принимает число больше 0
Цветом линий. Флаг `--color` (цвет задаётся строкой `rrr.ggg.bbb`, где rrr/ggg/bbb – числа, задающие цветовую компоненту. пример `--color 255.0.0` задаёт красный цвет)
Может быть залит или нет. Флаг `--fill`. Работает как бинарное значение: флага нет – false , флаг есть – true.
Цветом которым он залит, если пользователем выбран залитый. Флаг `--fill_color` (работает аналогично флагу `--color`)
(2) Поменять местами 4 куска области. Флаг для выполнения данной операции: `--exchange`. Выбранная пользователем прямоугольная область делится на 4 части и эти части меняются местами. Функционал определяется:
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
Способом обмена частей: “по кругу”, по диагонали. Флаг `--exchange_type`, возможные значения: `clockwise`, `counterclockwise`, `diagonals`
(3) Находит самый часто встречаемый цвет и заменяет его на другой заданный цвет. Флаг для выполнения данной операции: `--freq_color`. Функционал определяется:
Цветом, в который надо перекрасить самый часто встречаемый цвет. Флаг `--color` (цвет задаётся строкой `rrr.ggg.bbb`, где rrr/ggg/bbb – числа, задающие цветовую компоненту. пример `--color 255.0.0` задаёт красный цвет)
Все подзадачи, ввод/вывод должны быть реализованы в виде отдельной функции.

Содержание пояснительной записки:
разделы «Аннотация», «Содержание», «Введение», «Ход работы», «Пример работы программы», «Заключение», «Список использованных источников»

Предполагаемый объем пояснительной записки:
Не менее 15 страниц.

Дата выдачи задания: 18.03.2024

Дата сдачи реферата: 18.05.2024

Дата защиты реферата: 29.05.2024

Студент		Рябов М.Л.
Преподаватель		Глазунов С.А.

АННОТАЦИЯ

В рамках данной курсовой работы была создана программа для обработки изображений в формате BMP. Программа проверяет формат и параметры изображения, а при соответствии заданным условиям, выполняет необходимые операции и выводит изменённую копию изображения. Взаимодействие с программой осуществляется через командную строку (CLI).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы заключается в создании программы для обработки BMP-файлов с использованием командной строки (CLI) и, при необходимости, графического интерфейса пользователя (GUI). Программа должна проверять соответствие файла формату BMP, учитывая различные версии, и выполнять следующие функции:

Проверка файла:

Убедиться, что файл является BMP.

Проверить версию BMP-файла.

Обеспечить корректное выравнивание данных в файле.

Сохранить значения всех полей стандартных заголовков BMP.

Обработка изображений:

Рисование квадрата (--square):

Координаты левого верхнего угла (--left_up).

Размер стороны (--side_size).

Толщина линий (--thickness).

Цвет линий (--color).

Заливка (--fill).

Цвет заливки (--fill_color).

Поменять местами 4 куска изображения (--exchange):

Координаты левого верхнего угла (--left_up).

Координаты правого нижнего угла (--right_down).

Способ обмена частей (--exchange_type)

Нахождение самого часто встречаемого цвета (--freq_color)

Замена самого частого цвета на другой (--color)

1. РАБОТА С ФАЙЛАМИ

Чтение BMP-файлов:

Функция readBMP проверяет, является ли файл формата BMP, читая его сигнатуру и загружает BMP-файл, читая заголовки и пиксельные данные, и сохраняет их в соответствующих структурах.

Запись BMP-файлов:

Функция writeBmp записывает измененные данные изображения в новый BMP-файл, сохраняя при этом все поля стандартных заголовков BMP.

2. ВВОД АРГУМЕНТОВ

В данной программе реализована обработка аргументов командной строки с использованием CLI (Command Line Interface). Для обработки аргументов командной строки используются структуры option, которые определяют различные действия, доступные в программе.
Для каждой основной команды (например, square, freq_color, exchange) определены соответствующие наборы опций командной строки. Например, для всех команд опции определены в структуре main_options

Функция getKeys осуществляет анализ аргументов командной строки и проверяет наличие неизвестных ключей. В случае обнаружения неизвестного ключа программа выводит сообщение об ошибке и завершает работу также она выполняет разбор аргументов командной строки и выбор нужного действия в зависимости от команды. Она вызывает соответствующую функцию обработки в зависимости от команды, такие как drawSquare, findAndReplaceFreqColor
Каждая функция обработки команды осуществляет разбор опций командной строки и вызывает соответствующую функцию для выполнения задачи. В случае неверных данных или ошибочных аргументов функции выводят сообщение об ошибке и завершают работу программы с соответствующим кодом ошибки.

Таким образом, пользователь может использовать CLI для выполнения различных действий с BMP-файлами, таких как рисование квадратов с диагоналями, применение RGB-фильтров или поворот изображения, передавая соответствующие аргументы командной строки.

3. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ

3.1 Функция parseCoords

Проверяет, являются ли указанные координаты действительными для текущего изображения, проверяя, находятся ли координаты в пределах допустимых значений для ширины и высоты изображения.

3.2 Рисование фигур

Функция drawCircle рисует круг заданного цвета и толщины на изображении. Функция drawLineByBrezenhem рисует линию между двумя точками с заданной толщиной и цветом, используя алгоритм Брезенхэма. Функция drawSquare рисует квадрат с заданной толщиной и цветом, а при необходимости также заполняет его указанным цветом.

3.3 Заполнение квадрата

Функция fillingSquare заполняет прямоугольную область заданным цветом, устанавливая цвет каждого пикселя в пределах указанного прямоугольника.

3.4 Поменять 4 куска области

Функция exchangeAreas с помощью функции checkCorrectPlacemene проверяет,все ли координаты соответствуют заданной области,с помощью функции copyArea копирует 4 куска выделенной области, при помощи функции isCorrectType проверяет, корректность звдвнного типа передвижения кусков облати и в зависимости от него использует функцию pasteArea

3.5 нахождение самого частого цвета

Функция findAndReplaceColor при помощи функции GetPrimeColor находит самый частый цвет в изображении и возвращает его, после функция снова проходится по всем пикселям и если он совпадает с самым частым, то меняет его на тот, который был передан с помощью флага.

3. 6 Преобразование координат и проверка имени файла

Функция convertCoords преобразует строковые координаты в целочисленные значения, проверяя формат строки и извлекая значения координат x и y

3.7 Вспомогательные функции

Функция callInfo выводит описание программы, указывая, что это курсовая работа для опции 4.4, созданная Михаилом Рябовым. Также функция выводит информацию о BMP-файле, включая разрешение, размер файла, глубину цвета и количество цветовых плоскостей. Функция callHelp выводит справочную информацию по использованию программы, описывая доступные команды и параметры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данного проекта была разработана программа для обработки изображений в формате BMP. Программа имеет командную строку (CLI), что обеспечивает удобство взаимодействия с пользователем. Она реализует следующий функционал:

Рисование квадрата: Пользователь может указать координаты левого верхнего угла квадрата, размер стороны, толщину линий, цвет линий, а также цвет заливки, если квадрат залит.

Фильтр freq_color: Программа ищет самый частый цвет и изменет значения RGB-компонент (красный, зеленый, синий) для всего изображения, задавая нужные значения в диапазоне от 0 до 255.

Замена 4 частей области: программа может, в зависимости от типа и заданной области поменять местами 4 куска области

Важным аспектом является обработка входных данных и валидация параметров пользовательского ввода. Программа проверяет соответствие входного изображения формату BMP, корректность всех переданных параметров и выравнивание данных в файле.

Все подзадачи, такие как рисование квадрата, применение RGB-фильтра и поворот изображения, реализованы в виде отдельных функций, что способствует модульности и повторному использованию кода. Программа сохраняет все поля стандартных BMP-заголовков с соответствующими значениями и корректно обрабатывает мусорные данные для выравнивания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.https://se.moevm.info/lib/exe/fetch.php/courses:programming:programming_cw_metoda_2nd_course_last_ver.pdf.pdf - методические материалы для написания курсовой работы

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: main.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <regex.h>
#include <string.h>
#include <getopt.h>
#include <math.h>

typedef unsigned long dword;
typedef unsigned short word;
typedef unsigned char BYTE;

#pragma pack (push, 1)  //Set padding in 1 byte для того чтобы они лежали подряд
для fread

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) //удаление со стека единичного выравнивания

typedef struct Map {
    Rgb* color;
    int* count;
    int selfSize;
    int capacity;
} Map;

typedef struct SquareProperty
{
    unsigned int sumStatusKeys;
    int left;
    int up;
    unsigned int side_size;
    unsigned int thickness;
    Rgb color;
    Rgb fill_color;
} SquareProperty;


struct option main_keys[] = {
        {"info",    no_argument, NULL, 'I'},
        {"input",   required_argument, NULL, 'i'},
        {"output", required_argument, NULL, 'o'},
        {"help",    no_argument, NULL, 'h'},
        {"square",      no_argument, NULL, 'S'},
        {"left_up", required_argument, NULL, 'l'},
        {"side_size", required_argument, NULL, 's'},
        {"thickness", required_argument, NULL, 't'},
        {"color", required_argument, NULL, 'C'},
        {"fill", no_argument, NULL, 'f'},
        {"fill_color", required_argument, NULL, 'c'},
        {"exchange",    no_argument, NULL, 'e'},
        {"right_down", required_argument, NULL, 'r'},
        {"exchange_type", required_argument, NULL, 'T'},
        {"freq_color",  no_argument, NULL, 'F'},
```

```
        {NULL,          no_argument, NULL, 0}
};

const char* patternColor = "[0-9]+\\.[0-9]+\\.[0-9]+";
const char* patternCoords = "[0-9-]+\\.[0-9-]+";
const char* patternNum = "[0-9-]+";

void callHelp();
void callInfo(char* fileName, BitmapFileHeader* BMPFile, BitmapInfoHeader*
BMPnfo);
void callError(int status);
void getKeys(int argc, char* argv[]);

void parseCoords(char* coords, int* x, int* y);
char* getStrClone(const char* src);
int matchRegExp(const char* buffer, const char* pattern);
void strToNum(char* num, int* val);
void strToRGB(char* str, Rgb* color);
void print_file_header(const BitmapFileHeader header);
void print_info_header(const BitmapInfoHeader header);
unsigned int lenRow(const unsigned int width);
unsigned int padding(const unsigned int width);
Rgb** readFile(const char* fileName, BitmapFileHeader* BMPFile,
BitmapInfoHeader* BMPInfo);
void writeFile(const char* fileName, BitmapFileHeader* BMPFile,
BitmapInfoHeader* BMPInfo, Rgb** arr);
Rgb** drawSquare(BitmapInfoHeader* BMPInfo, Rgb** arr, SquareProperty
squareProperty);
void drawLineByBrezenhem(Rgb** pixels, int x0, int y0, int x1, int y1,
BitmapInfoHeader* bmih, int thick, Rgb color);
void swap(int* first, int* second);
void drawCircle(int x, int y, int radius, Rgb color, Rgb** pixels, int width,
int height);
void drawPoint(int x0, int y0, Rgb color, Rgb** pixels, int width, int height);
void fillingSquare(BitmapInfoHeader* BMPInfo, Rgb** arr, SquareProperty
squareProperty);
Rgb** exchangeAreas(BitmapInfoHeader* BMPinfo, char* typeExchange, int left, int
up, int right, int down, Rgb** pixels);
void checkCorrectPlacement(int* left, int* up, int* right, int* down, int width,
int height);
void validCoord(int* value, const int edge);
int isCorrectType(char* type);
```

```
void copyArea(Rgb** areas, const int widthArea, const int heightArea, int left,
int up, Rgb** pixels);
void pasteArea(Rgb** area, Rgb** pixels, const int width, const int height,
const int left, const int up);
Rgb** findAndReplaceColor(BitmapInfoHeader *BMPInfo, Rgb** pixels, Rgb color,
char* img);
int isColorEqual(Rgb firColor, Rgb secColor);
int writeInMap(Map* freqColor, Rgb color);
int findMaxInMap(Map* freqColor);
Rgb bitfox_get_primecolor_direct(char *FILE_NAME);

int main(const int argc, char* argv[])
{
    if(argc == 1)
        callHelp();
    else
        getKeys(argc, argv);
    return 0;
}

void callError(const int status){
    switch (status)
    {
        case 40:
            fprintf(stderr, "Incorrect color value.\n");
            break;
        case 41:
            fprintf(stderr, "Incorrect type flags.\n");
            break;
        case 42:
            fprintf(stderr, "Incorrect count of flags.\n");
            break;
        case 43:
            fprintf(stderr, "Incorrect fill/fill_color flags.\n");
            break;
        case 44:
            fprintf(stderr, "Input and Output files is the same.\n");
            break;
        case 45:
            fprintf(stderr, "Flag argument does not match pattern.\n");
            break;
        case 46:
```

```
            fprintf(stderr, "Inpossible open the file.\n");
            break;
        case 47:
            fprintf(stderr, "Your area is too small.\n");
            break;
        case 48:
            fprintf(stderr, "file header not match.\n");
        default:
            fprintf(stderr, "Unknown error...\n");
            break;
    }
    printf("call --help or -h to see more information.\n");
    exit(status);
}

void callHelp(){
    printf("Course work for option 4.4, created by Ryabov Mikhail.\n");
    exit(0);
}

void callInfo(char* fileName, BitmapFileHeader* BMPFile, BitmapInfoHeader*
BMPnfo){
    printf("Name BMP image: %s\n", fileName);
    print_file_header(*BMPFile);
    print_info_header(*BMPnfo);
    exit(0);
}

int matchRegExp(const char* buffer, const char* pattern){
    regex_t regexCompiled;
    regcomp(&regexCompiled, pattern, REG_EXTENDED);
    if(regexec(&regexCompiled, buffer, 0, NULL, 0) == 0)
        return 1;
    return 0;
}

void getKeys(const int argc, char* argv[])
{
    opterr = 0;
    int optIndex;
    int isCallInfo = 0;
    int isSquareFunc = 0, isExchangeFunc = 0, isFreqColorFunc = 0;
```

```
    int left, up, isLeftUp = 0;
    int right, down, isRightDown = 0;
    int sideSize, isSideSize = 0;
    int thickness, isThickness = 0;
    Rgb color;
    int isColor = 0;
    int isFill = 0;
    Rgb fillColor;
    int isFillColor = 0;
    int isTypeExchange = 0;

    char* inputImage = NULL;
    char* outputImage = NULL;
    char* typeExchange = NULL;

    int key = getopt_long(argc, argv, "Ii:o:hSl:s:t:C:fc:er:T:F", main_keys,
&optIndex);
    while(key != -1)
    {
        //printf("key - %c\n", key);
        switch (key)
        {
            case 'I':
                isCallInfo = 1;
                break;
            case 'i':
                inputImage = optarg;
                break;
            case 'o':
                outputImage = optarg;
                break;
            case 'h':
                callHelp();
                break;
            case 'S':
                isSquareFunc = 1;
                break;
            case 'l':
                isLeftUp = 1;
                parseCoords(optarg, &left, &up);
                break;
            case 's':
```

```
                isSideSize = 1;
                strToNum(optarg, &sideSize);
                break;
            case 't':
                isThickness = 1;
                strToNum(optarg, &thickness);
                break;
            case 'C':
                isColor = 1;
                strToRGB(optarg, &color);
                break;
            case 'f':
                isFill = 1;
                break;
            case 'c':
                isFillColor = 1;
                strToRGB(optarg, &fillColor);
                break;
            case 'e':
                isExchangeFunc = 1;
                break;
            case 'r':
                isRightDown = 1;
                parseCoords(optarg, &right, &down);
                break;
            case 'T':
                isTypeExchange = 1;
                typeExchange = optarg;
                break;
            case 'F':
                isFreqColorFunc = 1;
                break;
            case '?':
            default:
                callError(41);
        }
        key = getopt_long(argc, argv, "Ii:o:hSl:s:t:C:fc:er:T:F", main_keys,
&optIndex);
    }
    if(inputImage == NULL)
        inputImage = argv[argc - 1];
```

```
    BitmapFileHeader* BMPFile =
(BitmapFileHeader*)malloc(sizeof(BitmapFileHeader));
    BitmapInfoHeader* BMPInfo =
(BitmapInfoHeader*)malloc(sizeof(BitmapInfoHeader));
    Rgb** pixels = readFile(inputImage, BMPFile, BMPInfo);

    if(outputImage == NULL)
        outputImage = "out.bmp";
    if(!strcmp(inputImage, outputImage))
        callError(44);
    if(isCallInfo)
        callInfo(inputImage, BMPFile, BMPInfo);



    const int funcSum = isSquareFunc + isExchangeFunc + isFreqColorFunc;
    if(funcSum != 1)
        callError(42);

    Rgb** newPixels = pixels;
    int sumStatusKeys;
    int sumOtherKeys;

    if(isSquareFunc)
    {

        sumStatusKeys = isLeftUp + isSideSize + isThickness + isColor;
        sumOtherKeys = isRightDown + isTypeExchange;
        if(sumOtherKeys != 0 || sumStatusKeys != 4)
            callError(42);
        if(isFill == 1 && isFillColor == 0)
            callError(43);
        if(isFill == 1 && isFillColor == 1)
            sumStatusKeys += 2;

        const SquareProperty squareProperty = {sumStatusKeys, left, up,
sideSize, thickness, color, fillColor};
        newPixels = drawSquare(BMPInfo, pixels, squareProperty);
    }

    if(isExchangeFunc)
    {
```

```
        sumStatusKeys = isLeftUp + isRightDown + isTypeExchange;
        sumOtherKeys = isSideSize + isThickness + isColor + isFill +
isFillColor;
        if(sumOtherKeys != 0 || sumStatusKeys != 3)
            callError(42);
        newPixels = exchangeAreas(BMPInfo, typeExchange, left, up, right, down,
pixels);
    }

    if(isFreqColorFunc)
    {
        sumStatusKeys = isColor;
        sumOtherKeys = isLeftUp + isRightDown + isSideSize + isThickness +
isFillColor + isFill + isTypeExchange;
        if(sumOtherKeys != 0 || sumStatusKeys != 1)
            callError(42);

        newPixels = findAndReplaceColor(BMPInfo, pixels, color, inputImage);
    }
    writeFile(outputImage, BMPFile, BMPInfo, newPixels);
}

Rgb bitfox_get_primecolor_direct(char *FILE_NAME)
{
    Rgb primecolor = {0, 0, 0};
    BYTE hdr[54];

    dword *counts;
    dword max_count = 0;

    word w, h;
    word i, j;

    FILE* fp = fopen(FILE_NAME, "rb");

    counts = calloc(256 * 256 * 256, sizeof(*counts));

    fread(hdr, sizeof(hdr), 1, fp);
    w = (hdr[19] << 8) | hdr[18];
    h = (hdr[23] << 8) | hdr[22];

    for (i = 0; i < h; i++) {
```

```
        for (j = 0; j < w; j++) {
            Rgb rgb;
            dword idx;

            if (fread(&rgb, 3, 1, fp) < 1) {
                fprintf(stderr, "Unexpected end of file.\n");
                exit(48);
            }
            idx = (rgb.r << 16) | (rgb.g << 8) | rgb.b;
            if (++counts[idx] > max_count) {
                max_count = counts[idx];
                primecolor = rgb;
            }
        }
        j = 3 * w;
        while (j++ % 4) getc(fp);
    }

    free(counts);
    fclose(fp);

    return primecolor;
}

Rgb** findAndReplaceColor(BitmapInfoHeader *BMPInfo, Rgb** pixels, Rgb color,
char* img){
//    Map* freqColor = (Map*)malloc(sizeof(Map));
//    freqColor->color = (Rgb*)malloc(sizeof(Rgb)*1000);
//    freqColor->count = (int*)malloc(sizeof(int)*1000);
//    freqColor->selfSize = 0;
//    freqColor->capacity = 1000;
    const int width = BMPInfo->width;
    const int height = BMPInfo->height;
//    for(int y = 0; y < height; y++){
//        for(int x = 0; x < width; x++) {
//            writeInMap(freqColor, pixels[y][x]);
//        }
//    }
//    int indexMax = findMaxInMap(freqColor);
    //printf("indexMax - %d count - %d color - %d %d %d\n", indexMax, freqColor-
>count[indexMax], freqColor->color[indexMax].r,freqColor->color[indexMax].g,
freqColor->color[indexMax].b);
```

```
    Rgb primeCol = bitfox_get_primecolor_direct(img);
    for(int y = 0; y < height; y++){
        for(int x = 0; x < width; x++) {
            if(isColorEqual(pixels[y][x], primeCol)){
                pixels[y][x].r = color.r;
                pixels[y][x].g = color.g;
                pixels[y][x].b = color.b;
            }
        }
    }
    return pixels;
}

int findMaxInMap(Map* freqColor){
    int index = 0;
    int max = 0;
    for(int i = 0; i < freqColor->selfSize; i++){
        if(freqColor->count[i] > max){
            max = freqColor->count[i];
            index = i;
        }
    }
    return index;
}

int writeInMap(Map* freqColor, Rgb color){
    if(freqColor->selfSize >= freqColor->capacity){
        freqColor->capacity *= 2;
        freqColor->color = (Rgb*)realloc(freqColor->color,sizeof(Rgb) *
freqColor->capacity);
        freqColor->count = (int*)realloc(freqColor->count, sizeof(int) *
freqColor->capacity);
    }
    if(!freqColor->selfSize){
        freqColor->color[freqColor->selfSize] = color;
        freqColor->count[freqColor->selfSize++] = 0;
        return 1;
    }

    int flag = 0;
    for(int i = 0; i < freqColor->selfSize; i++){
        if(isColorEqual(freqColor->color[i], color)){
```

```
            flag = 1;
            freqColor->count[i] += 1;
        }
    }
    if(!flag){
        freqColor->color[freqColor->selfSize] = color;
        freqColor->count[freqColor->selfSize++] = 0;
    }
    return 1;
}

int isColorEqual(Rgb firColor, Rgb secColor){
    if(firColor.r == secColor.r && firColor.g == secColor.g && firColor.b ==
secColor.b)
        return 1;
    return 0;
}

Rgb** exchangeAreas(BitmapInfoHeader* BMPinfo, char* typeExchange, int left, int
up, int right, int down, Rgb** pixels)
{
    checkCorrectPlacement(&left, &up, &right, &down, BMPinfo->width, BMPinfo-
>height);
    if(abs(right - left) <= 1 || abs(down - up) <= 1)
        return pixels;
    const int widthArea = (int)(right - left)/2;
    const int heightArea = (int)(down - up)/2;
    const int type = isCorrectType(typeExchange);
    if(!type) callError(45);

    Rgb** leftUp = (Rgb**)malloc(sizeof(Rgb**) * heightArea);
    Rgb** leftDown = (Rgb**)malloc(sizeof(Rgb**) * heightArea);
    Rgb** rightUp = (Rgb**)malloc(sizeof(Rgb**) * heightArea);
    Rgb** rightDown = (Rgb**)malloc(sizeof(Rgb**) * heightArea);

    copyArea(leftUp, widthArea, heightArea, left, up, pixels);
    copyArea(leftDown, widthArea, heightArea, left, up+heightArea, pixels);
    copyArea(rightUp, widthArea, heightArea, left + widthArea, up, pixels);
    copyArea(rightDown, widthArea, heightArea, left + widthArea, up+heightArea,
pixels);

    if(type == 2){
```

```
        pasteArea(leftUp, pixels, widthArea, heightArea, left, up+heightArea);
        pasteArea(leftDown, pixels, widthArea, heightArea, left+widthArea,
up+heightArea);
        pasteArea(rightUp, pixels, widthArea, heightArea, left, up);
        pasteArea(rightDown, pixels, widthArea, heightArea, left+widthArea, up);
    }
    if(type == 1){
        pasteArea(leftUp, pixels, widthArea, heightArea, left+widthArea, up);
        pasteArea(leftDown, pixels, widthArea, heightArea, left, up);
        pasteArea(rightUp, pixels, widthArea, heightArea, left+widthArea,
up+heightArea);
        pasteArea(rightDown, pixels, widthArea, heightArea, left,
up+heightArea);
    }
    if(type == 3){
        pasteArea(leftUp, pixels, widthArea, heightArea, left+widthArea,
up+heightArea);
        pasteArea(leftDown, pixels, widthArea, heightArea, left+widthArea, up);
        pasteArea(rightUp, pixels, widthArea, heightArea, left, up+heightArea);
        pasteArea(rightDown, pixels, widthArea, heightArea, left, up);
    }

    return pixels;
}

void pasteArea(Rgb** area, Rgb** pixels, const int width, const int height,
const int left, const int up)
{
    int y = 0;
    for(int i = up; i < up + height; i++){
        int x = 0;
        for(int j = left; j < left + width; j++){
            pixels[i][j] = area[y][x];
            x++;
        }
        y++;
    }
}

void copyArea(Rgb** area, const int widthArea, const int heightArea, const int
left, const int up, Rgb** pixels)
{
```

```
    for(int i = 0; i < heightArea; i++)
        area[i] = (Rgb*)malloc(sizeof(Rgb) * widthArea);

    int y = 0, x;
    for(int i = up; i < up + heightArea; i++){
        x = 0;
        for(int j = left; j < left + widthArea; j++){
            //printf("x - %d y - %d i - %d j - %d\n", x, y, i, j);
            area[y][x] = pixels[i][j];
            x++;
        }
        y++;
    }
}

int isCorrectType(char* type)
{
    if(!strcmp("clockwise", type)) return 1;
    if(!strcmp("counterclockwise", type)) return 2;
    if(!strcmp("diagonals", type)) return 3;
    return 0;
}

void checkCorrectPlacement(int* left, int* up, int* right, int* down, int width,
int height)
{
    validCoord(left, width);
    validCoord(right, width);
    validCoord(up, height);
    validCoord(down, height);
    //if(abs((*right) - (*left)) <= 1 || abs((*up) - (*down)) <= 1 )
callError(47);
    if(*left > *right)
    {
        int buf = *left;
        *left = *right;
        *right = buf;
    }
    if(*down < *up)
    {
        int buf = *up;
        *up = *down;
```

```
        *down = buf;
    }
}

void validCoord(int* value, const int edge)
{
    (*value) < 0 ? (*value) = 0 : (*value);
    (*value) >= edge ? (*value) = edge - 1 : (*value);
}

Rgb** drawSquare(BitmapInfoHeader* BMPInfo, Rgb** arr, SquareProperty sp)
{
    if(sp.sumStatusKeys == 6)
    {
        fillingSquare(BMPInfo, arr, sp);
        drawLineByBrezenhem(arr, sp.left, sp.up, sp.left+sp.side_size, sp.up,
BMPInfo, sp.thickness, sp.color);
        drawLineByBrezenhem(arr, sp.left+sp.side_size, sp.up,
sp.left+sp.side_size, sp.up+sp.side_size, BMPInfo, sp.thickness, sp.color);
        drawLineByBrezenhem(arr, sp.left, sp.up+sp.side_size,
sp.left+sp.side_size, sp.up+sp.side_size, BMPInfo, sp.thickness, sp.color);
        drawLineByBrezenhem(arr, sp.left, sp.up, sp.left, sp.up+sp.side_size,
BMPInfo, sp.thickness, sp.color);
    }
    else
    {
        drawLineByBrezenhem(arr, sp.left, sp.up, sp.left+sp.side_size, sp.up,
BMPInfo, sp.thickness, sp.color);
        drawLineByBrezenhem(arr, sp.left+sp.side_size, sp.up,
sp.left+sp.side_size, sp.up+sp.side_size, BMPInfo, sp.thickness, sp.color);
        drawLineByBrezenhem(arr, sp.left, sp.up+sp.side_size,
sp.left+sp.side_size, sp.up+sp.side_size, BMPInfo, sp.thickness, sp.color);
        drawLineByBrezenhem(arr, sp.left, sp.up, sp.left, sp.up+sp.side_size,
BMPInfo, sp.thickness, sp.color);
    }
    return arr;
}

void fillingSquare(BitmapInfoHeader* BMPInfo, Rgb** arr, SquareProperty sp)
{
    const int left = sp.left;
    const int side = sp.left + sp.side_size;
```

```
    const int up = sp.up;
    const int sideUp = sp.up + sp.side_size;
    for(int i = left; i < side; i++)
    {
        for(int j = up; j < sideUp; j++)
        {
            drawPoint(i, j, sp.fill_color, arr, BMPInfo->width, BMPInfo-
>height);
        }
    }
}

void drawLineByBrezenhem(Rgb** pixels, int x0, int y0, int x1, int y1,
BitmapInfoHeader* bifh, int thick, Rgb color)
{
    int radius;// = (int)thick/2;
     if(thick == 1) radius = 0;
     else if (thick % 2 == 1) radius = (int)(thick+1)/2;
     else radius = (int)thick/2;
    const int deltaX = abs(x1 - x0);
    const int deltaY = abs(y1 - y0);
    const int signX = x0 < x1 ? 1 : -1;
    const int signY = y0 < y1 ? 1 : -1;
    int error = deltaX - deltaY;
    //drawPoint(x1, y1, color, pixels, bifh->width, bifh->height);
    drawCircle(x1, y1, radius, color, pixels, bifh->width, bifh->height);
    while(x0 != x1 || y0 != y1)
    {
        //drawPoint(x0, y0, color, pixels, bifh->width, bifh->height);
        drawCircle(x0, y0, radius, color, pixels, bifh->width, bifh->height);
        int error2 = error * 2;
        if(error2 > -deltaY)
        {
            error -= deltaY;
            x0 += signX;
        }
        if(error2 < deltaX)
        {
            error += deltaX;
            y0 += signY;
        }
    }
```

```
}

void drawCircle(int x0, int y0, int radius, Rgb color, Rgb** pixels, int width,
int height)
{
    int x = radius;
    int y = 0;
    int radiusError = 1 - x;
    while (x >= y)
    {
        drawPoint(x + x0, y + y0, color, pixels, width, height);
        drawPoint(y + x0, x + y0, color, pixels, width, height);
        drawPoint(-x + x0, y + y0, color, pixels, width, height);
        drawPoint(-y + x0, x + y0, color, pixels, width, height);
        drawPoint(-x + x0, -y + y0, color, pixels, width, height);
        drawPoint(-y + x0, -x + y0, color, pixels, width, height);
        drawPoint(x + x0, -y + y0, color, pixels, width, height);
        drawPoint(y + x0, -x + y0, color, pixels, width, height);
        y++;
        if (radiusError < 0)
        {
            radiusError += 2 * y + 1;
        }
        else
        {
            x--;
            radiusError += 2 * (y - x + 1);
        }
    }
    for(int cury=-radius; cury<=radius; cury++)
        for(int curx=-radius; curx<=radius; curx++)
            if(curx*curx+cury*cury <= radius*radius)
                drawPoint(x0+curx, y0+cury, color, pixels, width, height);
}

void drawPoint(int x0, int y0, Rgb color, Rgb** pixels, int width, int height)
{
    if(x0 >= 0 && x0 < width && y0 >= 0 && y0 < height)
    {
        pixels[y0][x0].r = color.r;
        pixels[y0][x0].g = color.g;
        pixels[y0][x0].b = color.b;
```

```
    }
}

void swap(int* first, int* second)
{
    int* buffer = first;
    first = second;
    second = buffer;
}

Rgb** readFile(const char* fileName, BitmapFileHeader* BMPFile,
BitmapInfoHeader* BMPInfo)
{
    FILE *file = fopen(fileName, "rb");
    if(file == NULL)
        callError(46);

    fread(BMPFile, 1, sizeof(BitmapFileHeader), file);
    fread(BMPInfo, 1, sizeof(BitmapInfoHeader), file);

    if (BMPFile->signature != 0x4d42){
        fprintf(stderr, "File Error: file must be bmp\n");
        fclose(file);
        exit(48);
    }
    if (BMPInfo->compression != 0){
        fprintf(stderr, "File Error: file must be uncompressed\n");
        fclose(file);
        exit(48);
    }

    if (BMPInfo->bitsPerPixel != 24){
        fprintf(stderr, "File Error: file must have 24 bits per pixel\n");
        fclose(file);
        exit(48);
    }
    if (BMPInfo->width > 50000 || BMPInfo->height > 50000){
        fprintf(stderr, "file is too big\n");
        fclose(file);
        exit(48);
    }
```

```
    unsigned int width = BMPInfo->width;
    unsigned int height = BMPInfo->height;

    Rgb** bitmap = (Rgb**)malloc(sizeof(Rgb*) * height);
    for(int i = 0; i < height; i++)
        bitmap[i] = (Rgb*)malloc(lenRow(width));

    for(int i = 0; i < height; i++)
        fread(bitmap[height - i - 1], 1, lenRow(width), file);
    fclose(file);
    return bitmap;
}

void writeFile(const char* fileName, BitmapFileHeader* BMPFile,
BitmapInfoHeader* BMPInfo, Rgb** arr)
{
    FILE* file = fopen(fileName, "wb");
    fwrite(BMPFile, 1, sizeof(BitmapFileHeader), file);
    fwrite(BMPInfo, 1, sizeof(BitmapInfoHeader), file);
    const unsigned int width = BMPInfo->width;
    const unsigned int height = BMPInfo->height;
    for(int i = 0; i < height; i ++)
        fwrite(arr[height - i - 1], 1, lenRow(width), file);
    fclose(file);
}

unsigned int padding(const unsigned int width)
{
    unsigned int padding = (width * sizeof(Rgb)) % 4;
    if(padding) padding = 4 - padding;
    return padding;
}

unsigned int lenRow(const unsigned int width)
{
    return width * sizeof(Rgb) + padding(width);
}

void parseCoords(char* coords, int* x, int* y){
    if(!matchRegExp(coords, patternCoords))
        callError(45);
    char* argcpy = getStrClone(coords);
```

```
    (*x) = atoi(strtok(argcpy, "."));
    (*y) = atoi(strtok(NULL, "."));
}

void strToNum(char* num, int* val){
    if(!matchRegExp(num, patternNum))
        callError(43);
    char* argcpy = getStrClone(num);
    (*val) = atoi(strtok(argcpy, "."));
    if((*val) <= 0)
        callError(43);
}

void strToRGB(char* str, Rgb* color){
    if(!matchRegExp(str, patternColor))
        callError(40);
    char* argcpy = getStrClone(str);
    const int r = atoi(strtok(argcpy, "."));
    const int g = atoi(strtok(NULL, "."));
    const int b = atoi(strtok(NULL, "."));
    if((r > 255 || r < 0) || (g > 255 || g < 0) || (b > 255 || b < 0))
        callError(40);
    color->r = r;
    color->g = g;
    color->b = b;
}

char* getStrClone(const char* src){
    char* strClone = (char*)malloc(sizeof(char)*(strlen(src) + 1));
    strcpy(strClone, src);
    strClone[strlen(src)] = '\0';
    return strClone;
}

void print_file_header(const 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(const 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);
}
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
ТЕСТИРОВАНИЕ

Рисование квадрата с диагоналями: ./main --square --thickness 10 --side_size 200 --left_up 200.300 --color 133.155.176 --fill --fill_color 173.145.103 --input ./4.bmp

Рисунок 1. Входное изображение

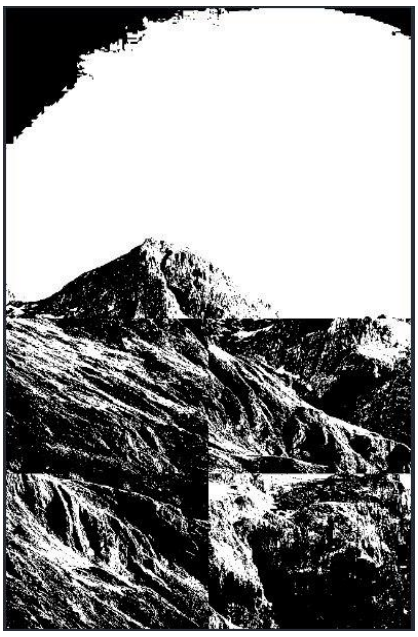
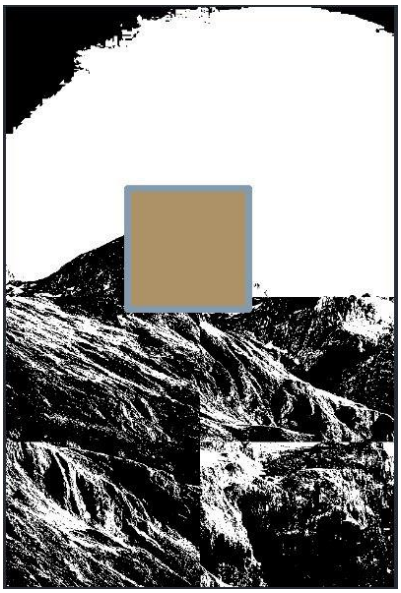


Рисунок 2. Выходное изображение



Поменять местами 4 куска области: ./main --exchange --input ./out.bmp --exchange_type clockwise --left_up -100.-100 --right_down 1000.1000 --output ./kek.bmp

Рисунок 3. Входное изображение

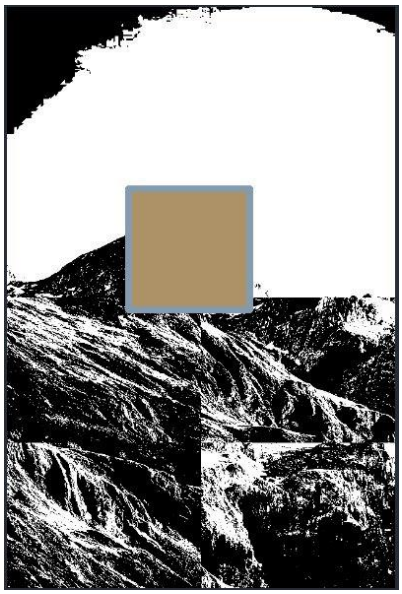
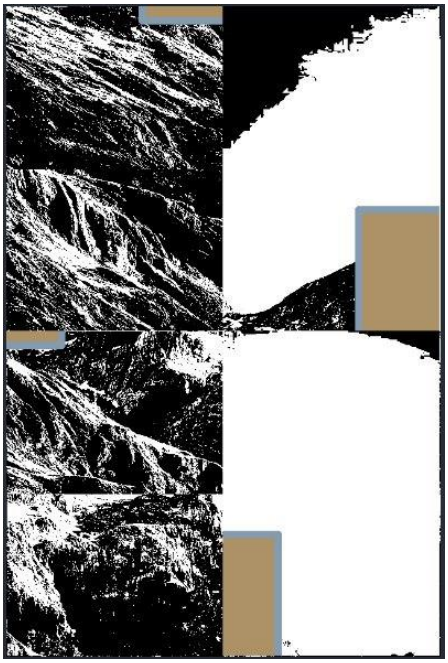


Рисунок 4. Выходное изображение



Поворот изображения: ./main --freq_color --color 134.245.121 --input ./kek.bmp

Рисунок 5. Входное изображение

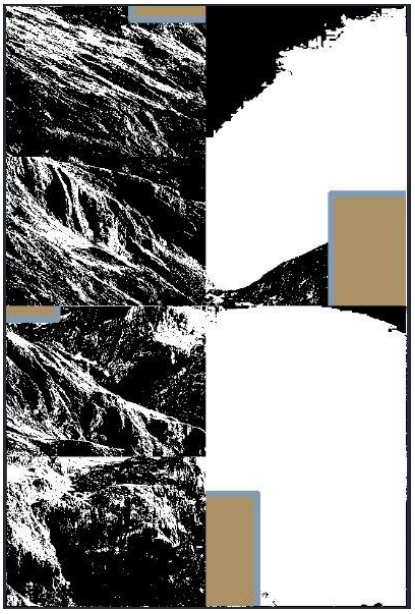


Рисунок 6. Выходное изображение