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

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Программирование»

Тема: Обработка бинарных данных

Студент гр. 1304 _____ Шаврин А.П.

Преподаватель _____ Чайка К.В.

Санкт-Петербург

2022

ЗАДАНИЕ

НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Студент Шаврин А.П

Группа 1304

Тема работы: Обработка бинарных данных

Исходные данные:

Реализовать программу на языке программирования Си, с интерфейсом командной строки, предоставляющую функционал по обработке изображения в формате bmp.

Содержание пояснительной записки:

«Содержание», «Введение», «Ход работы», «Документация по использованию программы», «Тестирование и примеры работы программы», «Заключение», «Список использованных источников», «Приложение А. Исходный код программы»

Предполагаемый объем пояснительной записки:

Не менее 00 страниц.

Дата выдачи задания: 22.03.2022

Дата сдачи реферата: 04.05.2022

Дата защиты реферата: 04.05.2022

Студент _____ Шаврин А.П.

Преподаватель _____ Чайка К.В.

АННОТАЦИЯ

В ходе выполнения работы была разработана программа на языке Си, которая выполняет обработку изображений в формате bmp. Для взаимодействия пользователя с программой был реализован интерфейс командной строки. При финальном тестировании программы ошибок выявлено не было.

SUMMARY

In the course of the work, a C program was developed that performs image processing in bmp format. A command line interface was implemented for user interaction with the program. No errors were detected during the final testing of the program.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Цели:

Основной целью работы является улучшение навыков программирования на языке Си и применение на практике материала, изученного в течение семестра.

Программа должна вызываться из командной строки, анализировать поданные ей на вход ключи и обрабатывать изображение методом, выбранным пользователем.

Задачи:

Для достижения поставленных целей требуется решить следующие задачи:

- Изучить работу с getopt.
- Выполнение задания курсовой работы по написанию программы, выполняющей обработку изображений в формате bmp.
- Тестирование и отладка разработанного функционала.

1. ХОД РАБОТЫ

1.1. Техническое задание

1.1 Вариант 7

Программа должна иметь CLI или GUI. Более подробно тут:
http://se.moevm.info/doku.php/courses:programming:rules_extra_kurs

Общие сведения

- 24 бита на цвет
- без сжатия
- файл всегда соответствует формату BMP (но стоит помнить, что версий у формата несколько)
- 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 реализовывать весь следующий функционал по обработке bmp-файла

1. Рисование правильного шестиугольника. Шестиугольник определяется:
    - либо координатами левого верхнего и правого нижнего угла квадрата, в который он вписан, либо координатами его центра и радиусом в который он списан
    - толщиной линий
    - цветом линий
    - шестиугольник может быть залит или нет
    - цветом которым залит шестиугольник, если пользователем выбран залитый

2. Копирование заданной области. Функционал определяется:
    - Координатами левого верхнего угла области-источника
    - Координатами правого нижнего угла области-источника
    - Координатами левого верхнего угла области-назначения

3. Заменяет все пиксели одного заданного цвета на другой цвет. Функционал определяется:
    - Цвет, который требуется заменить
    - Цвет на который требуется заменить

4. Сделать рамку в виде узора. Рамка определяется:
    - Узором (должно быть несколько на выбор. Красивый узор можно получить используя фракталы)
    - Цветом
    - Шириной

1.2. Разбиение на подзадачи

Таким образом, код можно разбить на следующие подзадачи:

- Реализовать структуры для удобной работы с командами пользователя.
- Реализовать считывание команд и обработку возможных ошибок.
- Реализовать функцию печати подсказки для пользователя по работе с программой.
- Реализовать считывание входного bmp файла.
- Реализовать создание выходного bmp файла.
- Реализовать рисование правильного шестиугольника.
- Реализовать копирование заданной области.
- Реализовать замену пикселей заданного цвета.
- Реализовать рисование рамки с использованием фракталов.
- Реализовать функции очистки динамически выделяемой памяти в программе.

1.3. Используемые структуры

- ***Point***

Структура для хранения координат точек. Имеет поля *x* и *y* типа *int.:*

- ***Rgb***

Структура хранит в себе информацию о *RGB*компонентах каждого пикселя и имеет поля *r, g, b* типа *unsigned char.*

- ***Configs***

Структура для хранения задач которые пользователь хочет реализовать. Имеет поля *draw_hexagon, copy_area, switch_color, draw_frame, bmp_info* типа *int,* а также *input_file* и *output_file* типа *char*.*

- ***Hexagon, Area, Switch_color, Frame***

Структуры для работы с каждой командой пользователя и имеющие все необходимые поля для корректной работы программы.

- ***BitmapFileHeader, BitmapInfoHeader***

Структуры для хранения заголовков файлов.

- ***File***

Для хранения в памяти идущей на вход программе картинки была реализована структура *File.*

1.4. Считывание команд пользователя

Для работы с командами пользователя была использована встроенная библиотека *getopt.h.* Все ключи, которые принимает программа на вход описаны в файле *main.c.*:

- Короткие: *"h?i:o:xf:cse"*
- Длинные

В этом же файле реализован алгоритм считывания всех ключей при помощи *switch.*

Обработка каждой задачи вынесена в отдельный файл, в каждом из которых реализованы вспомогательные функции по считыванию и обработке ошибок

при вводе необходимых аргументов каждого дополнительного ключа для описания задачи:

- ***getopt_files***

Функции:

- Проверка файла на тип:

*int is_bmp(char *arg)*

- Считывание названия входного файла*:*

*int case_input_file(Configs *config, char *optarg)*

- Считывание названия выходного файла*:*

*int case_output_file(Configs *config, char *optarg)*

- Поиск входного файла без ключа:

*int search_input_file(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config)*

- Проверка был ли передан входной файл:

void no_input_file()

- ***getopt_hexagon***

Функции:

- Считывание левого верхнего угла квадрата, в который вписан:

*int case_hexstart(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon *hexagon)*

- Считывание правого нижнего угла квадрата, в который вписан:

*int case_hexend(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon *hexagon)*

- Считывание координат центра:

*int case_hexcenter(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon *hexagon)*

- Считывание радиуса:

*int case_hexradius(int argc, char *argv[], char *optarg, Configs *config, Hexagon *hexagon)*

- Считывание цвета линии:

*int case_hexline_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon *hexagon)*

- Считывание цвета заливки:

*int case_hexfilling(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon *hexagon)*

- ***getopt_copy***

Функции:

- Считывание левого верхнего угла области копирования:

*int case_start_copy(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Area *area)*

- Считывание правого нижнего угла области копирования:

*int case_end_copy(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Area *area)*

- Считывание левого верхнего угла области вставки:

*int case_insert(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Area *area)*

- ***getopt_switch_color***

Функции:

- Считывание цвета, который заменяем:

*int case_old_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, SwitchColor *switch_color)*

- Считывание цвета, на который заменяем:

*int case_new_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, SwitchColor *switch_color)*

- ***getopt_frame***

Функции:

- Считывание типа рамки:

*int case_edge_type(int argc, char *argv[], char *optarg, Configs *config, Frame *frame)*

- Считывание ширины рамки:

*int case_edge_width(int argc, char *argv[], char *optarg, Configs *config, Frame *frame)*

- Считывание цвета узора рамки:

*int case_edge_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Frame *frame)*

- Считывание цвета заливки рамки:

*int case_bg_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Frame *frame)*

В файле *getopt* реализована печать подсказки пользователя и общие функции, используемые в каждом из файлов типа *getopt_"задача"*.

- ***Getopt***

Функции:

- Вывод инструкции:

void PrintHelp()

- Проверка на число:

*int is_number(char *arg)*

- Проверка на rgb компоненту:

int is_rgb_numbers(int args[])

- Считывание нескольких аргументов после ключа:

*int read_args(int argc, char *argv[], int *optind, int count, int args[])*

1.5. Считывание входного файла и создание выходного файла

Для считывания и создания файла был реализован файл *file_processing*, в котором были прописаны функции:

- считывания файла:

*int read_input_file(Configs *config, File *file, BitmapFileHeader *bmfh, BitmapInfoHeader *bmih)*

- создания выходного файла:

*int create_output_file(Configs *config, File *file)*

1.6. Реализация основных задач

Был прописан файл *draw_common_func*, в котором были реализованы функции, связанные с рисованием на картинке и используемые в большинстве файлов по решению задач пользователя.

Функции:

- Закрашивание пикселя:

*void set_pixel(Rgb *pixel, Rgb *new)*

- Проверка на совпадение цвета:

*int is_check_color(Rgb *current, Rgb *new)*

- Рисование прямоугольника:

*void draw_rectangle(int x0, int y0, int x1, int y1, Rgb **arr, Rgb *color)*

- Рисование линии алгоритмом Брезенхема:

*void draw_line(int x0, int y0, int x1, int y1, Rgb **arr, Rgb *color)*

Для реализации каждой задачи были созданы файлы, в каждом из которых реализованы все необходимые функции для решения поставленных задач, а также обработка всех возможных ошибок, которые могут повлиять на корректную работу программы:

- ***draw_hexagon***

Функции:

- Заливка шестиугольника:

*void hexagon_flood_fill(int x, int y, Rgb **arr, Rgb *new_color, Rgb *boarder_color)*

- Получение вершин:

*void get_hexpoints(int x, int y, int r, Rgb **arr, Point *points_arr);*

- Преобразование кооррлдинат квадрата в который вписан шестиугольник к радиусу и центру:

*int transformation(Hexagon *hexagon);*

- Рисование шестиугольника:

*int DrawHexagon(Hexagon *hexagon, Rgb **arr, File *file);*

- ***copy_area***

Функции:

- Проверка корректности координат:

  *int check_correct_copy_coordinates(Area *area, File *file);*

- Создание копии:

  *Rgb **create_cpy_area(Rgb **arr, Area *area);*

- Удаление копии:

  *void free_copy_area(Rgb **arr, Area *area);*

- Копирование:

  *int CopyAreaFunc(Rgb **arr, Area *area, File *file);*

- ***switch_color***

Функции:

- Смена цвета:

*int SwitchColorFunc(Rgb **arr, SwitchColor *switch_color, File *file);*

- ***draw_frame.***

Функции:

- Заливка рамки:

*void draw_bg_frame(Frame *frame, Rgb **arr, File *file);*

- Рисование итоговой рамки:

*int DrawFrame(Frame *frame, Rgb **arr, File *file);*

Для файла *draw_frame* было создано дополнительно 3 файла с названиями *draw_frame_serp, draw_frame_koch, draw_frame_minc, в* которых были реализованы 3 типа рамок с использованием фракталов Серпинского, Коха и Минковского.

1.7. Объединение всех задач

Когда все необходимые задачи и подзадачи были реализованы, в файле *main.c* были созданы все необходимые структуры, прописан код, выполняющий считывание входного файла, выполнение всех введенных пользователем задач и конечную запись измененной картинки в результирующий файл.

2. ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРОГРАММЫ

2.1. Общая информация

Для отображения краткой версии данной справки запустите программу с флагом -h (-?, --help).

Для корректной работы программы обязательно передать название входного файла в любом месте цепочки флагов, либо по флагу -i (--inputfile). При отсутствии указания флага выходного файла -o (--outputfile), обработанное изображение будет сохранено в директорию, в которой находиться исполняемый файл, с именем «out.bmp» (сохранение по умолчанию).

После указания флага исполняемой опции (все возможные опции будут перечислены далее) в качестве аргумента передаются все необходимые параметры, ввод параметров производиться через символ « » (пробел).

При вызове нескольких опций все они выполняются в следующем порядке:

- Копирование области
- Замена цвета
- Рисование шестиугольника
- Рисование рамки

Если в качестве параметра опция принимает цвет, то его можно указать как последовательное перечисление значений красной, зеленой и синей компонент через пробел. Значения компонент должны быть в диапазоне от 0 до 255.

Началом координат считается левый нижний угол.

2.2. Считывание входного файла

Для открытия файла используется флаг -i (--inputfile), в качестве аргумента передается путь к открываемому файлу. Если данный флаг не указан, то программа будет искать название входного файла среди всех лишних значений, переданных без флага. Если же программа и так не найдет входной

файл, то будет выведено сообщение об отсутствии входного файла, справка по работе с программой и программа завершится.

2.3. Считывание выходного файла

Для сохранения выходного файла используется флаг -o (--outputfile), в качестве аргумента указывается путь к файлу в формате bmp, в который необходимо записать результат работы программы (обработанную картинку). Если при обработке аргумента произойдет ошибка, то будет выведено сообщение об ошибке и программа закончит свою работу. Если данный флаг не будет указан, то файл будет сохранен в директорию, в которой находиться исполняемый файл с именем «out.bmp».

2.4. Рисование шестиугольника

Производит рисование шестиугольника с центром в заданной точке с определенным радиусом, а также толщиной и цветом линии обводки.

(По желанию пользователя, он может указать не центр и радиус, а координаты левого верхнего и правого нижнего угла квадрата, в который он вписан. Однако при указании обоих вариантов, программа отдаст предпочтение квадрату.)

Шестиугольник может быть залит.

Флаги для данной задачи:

- *-x (--hexagon)*

Флаг задачи, не принимает аргументов, но обязан быть передан до следующих флагов

- --center

Принимает целочисленные координаты центра (x и y соответственно)

- --radius

Принимает целочисленное значение радиуса окружности, в которую вписан шестиугольник

- --hexstart

Принимает целочисленные координаты (x и y соответственно) левого верхнего угла квадрата, в который вписан шестиугольник

- --hexend

Принимает целочисленные координаты (x и y соответственно) правого нижнего угла квадрата, в который вписан шестиугольник

- --linewidth

Принимает целочисленное значение ширины линии обводки в пикселях (по умолчанию 1 пиксель и данный флаг является не обязательным)

- --linergb

Принимает 3 rgb компоненты через пробел для линии обводки (по умолчанию цвет черный «0 0 0» и данный флаг является не обязательным)

- -f (--fill)

Принимает 3 rgb компоненты через пробел для цвета заливки (по умолчанию шестиугольник не закрашен и данный флаг является не обязательным)

2.5. Копирование области

Производит копирование области заданной левым верхним и правым нижним углом области копирования и вставляет в область заданную левым верхним углом.

Флаги для данной задачи:

- -c (--copy)

Флаг задачи, не принимает аргументов, но обязан быть передан до следующих флагов

- --start

Принимает целочисленные координаты (x и y соответственно) левого верхнего угла области копирования

- --end

Принимает целочисленные координаты (x и y соответственно) правого нижнего угла области копирования

- --insert

Принимает целочисленные координаты (x и y соответственно) левого верхнего угла области вставки

2.6. Замена цвета

Производит замену всех пикселей с заданной компонентой rgb на новые значения этих компонент

Флаги для этой задачи:

- -s (--switchcolor)

Флаг задачи, не принимает аргументов, но обязан быть передан до следующих флагов

- --old

Принимает 3 rgb компоненты через пробел для цвета, который будет изменен

- --new

Принимает 3 rgb компоненты через пробел для цвета который будет записан вместо старого

2.7. Рисование рамки

Производит рисование рамки заданного типа, заданной толщины, цвета узора и цвета заливки.

Флаги для этой задачи:

- -e (--edge)

Флаг задачи, не принимает аргументов, но обязан быть передан до следующих флагов

- --type

Принимает значение типа рамки от 0 до 2 включая 0 и 1.

0 – Рамка с использованием ковра Серпинского (минимальная ширина рамки 1 пиксель)

1 – Рамка с использованием кривой Коха (минимальная ширина рамки 10 пикселей)

2 – Рамка с использованием кривой Минковского (минимальная ширина рамки 17 пикселей)

(По умолчанию тип 0 и данный флаг является не обязательным)

- --width

Принимает целочисленное значение ширины рамки в пикселях

(По умолчанию 20 пикселей и данный флаг является не обязательным)

- --edgergb

Принимает 3 rgb компоненты через пробел для цвета, которым будет отрисован узор

(По умолчанию белый «255 255 255» и данный флаг является не обязательным)

- --bgrgb

Принимает 3 rgb компоненты через пробел для цвета, которым будет залит фон рамки

(По умолчанию черный «0 0 0» и данный флаг является не обязательным)

3. ТЕСТИРОВАНИЕ И ПРИМЕРЫ РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ

В пункте 3.5 “Тестовые запуски всех задач” будут приведены не общие примеры вывода ошибок, а особенные для каждой задачи

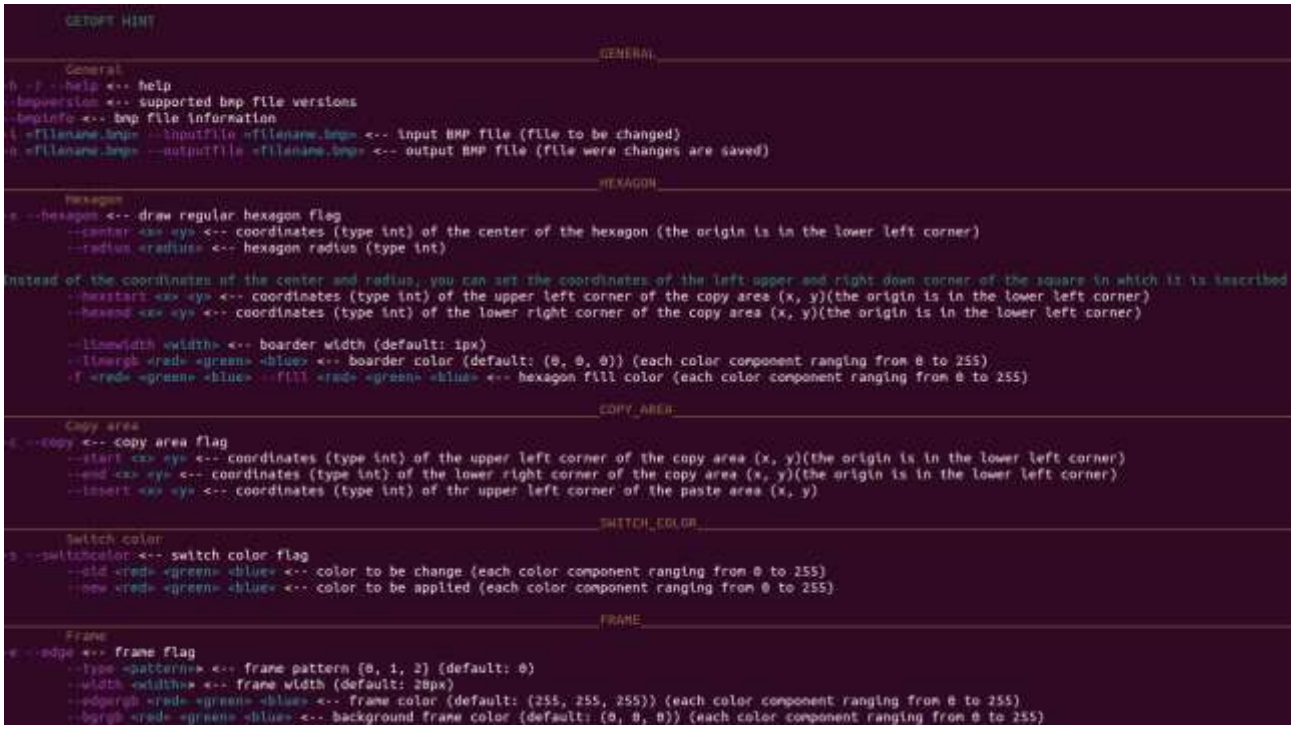
3.1. Тестирование открытия файла

- 1) Запуск без передачи файла

Вводимая команда: ./main

Ожидаемый результат: Вывод подсказки

Результат программы:



- 2) Попытка открытия несуществующего файла.

Вводимая команда: ./main -i adfg.bmp

Ожидаемый результат: Программа выведет ошибку открытия файла.

Результат программы:

```
Unable to open input file
```

- 3) Попытка открытия файла неподдерживаемого типа.

Вводимая команда: ./main -i T-34-85.jpg

Ожидаемый результат: Программа выведет ошибку открытия файла.

Результат программы:

```
T-34-85.jpg - Input file is not BMP!
```

- 4) Попытка открытия правильного файла.

Вводимая команда:

Ожидаемый результат: Программа не выведет ошибок.

Результат программы:

```
$ ./main -i simpsonsvr.bmp
$
```

- 5) Передача правильного файла без специального флага с флагом информации о файле.

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp --bmpinfo

Ожидаемый результат: Программа выведет информацию о файле.

Результат программы

```
        FileHeader
signature:      4d42 (19778)
filesize:       141a62 (1317474)
reserved1:      0 (0)
reserved2:      0 (0)
pixelArrOffset: 36 (54)
        InfoHeader
headerSize:     28 (40)
width:          30c (780)
height:         233 (563)
planes:         1 (1)
bitsPerPixel:   18 (24)
compression:    0 (0)
```

3.2. Тестирование сохранения файла

- 1) Сохранение без передачи выходного файла

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp

Ожидаемый результат: Программа сохранит изображение в текущей директории с именем out.bmp

Результат программы:

```
$ ./main -i simpsonsvr.bmp
$
```

- 2) Сохранение с передачей неправильного типа выходного файла

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -o out.jpg

Ожидаемый результат: Вывод ошибки о несоответствии типа

Результат программы:

```
out.jpg - Output file is not BMP!
```

- 3) Сохранение с передачей пути в несуществующую директорию

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp -o ./pictures/out.bmp

Ожидаемый результат: Вывод ошибки о несоответствии типа

Результат программы:

```
alex@alex-VirtualBox:~/PR/2/Course_Work/end$ ./main -i simpsonsvr.bmp -o ./pictures/out.bmp
Unable to create output file
```

- 4) Правильная передача выходного файла

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -o s2.bmp

Ожидаемый результат: Программа сохранит изображение в текущей директории с именем s2.bmp

Результат программы:

```
$ ./main -i simpsonsvr.bmp -o s2.bmp
$
```

3.3. Тестирование передачи флагов

В данном разделе тестирование происходит на задаче отрисовки шестиугольника, такие же результаты будут получены на других задачах.

- 1) Не передача флага задачи, но передача остальных флагов

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp --center 3 4 --radius 20

Ожидаемый результат: Программа выведет ошибку

Результат программы:

```
Hexagon flag {-x}/{--hexagon} not specified!
```

- 2) Не передача всех необходимых флагов

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp --center 3 4

Ожидаемый результат: Программа выведет ошибку

Результат программы:

```
Not all necessary flags for draw hexagon were passed
```

- 3) Передача несуществующего флага

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp --center 3 4 –radius 2 --angle

Ожидаемый результат: Программа выведет ошибку и подсказку

Результат программы:

- 4) Верная передача флагов

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp --center 3 4 –radius 2

Ожидаемый результат: Программа не выведет ошибки

Результат программы:

```
$ ./main -i simpsonsvr.bmp -x --center 3 4 --radius 2
$
```

3.4. Тестирование передачи аргументов

- 1) Аргументы не того типа

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp --center a 4 –radius 2

./main -i simpsonsvr.bmp -x --center 20 11 --radius 10 --linergb 255 0 g

Ожидаемый результат: Программа выведет ошибку типа аргумента

Результат программы:

```
Flag {--center} takes arguments of type int
Flag {--linergb} takes arguments of type int
```

- 2) Отрицательные аргументы

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp --center -4 4 –radius 2

Ожидаемый результат: Программа выведет ошибку передачи не всех аргументов по флагу, поскольку знак “-” будет воспринят как начало нового флага.

Результат программы:

```
Flag {--center} taken 2 argument, but was given less argument
```

- 3) Аргументы не соответствующие значениям RGB компонент

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp --center 20 11 –radius 10

Ожидаемый результат: Программа выведет ошибку некорректных данных компонент

Результат программы:

```
Argumentes <red> <green> <blue> must be in the range from 0 to 255
```

- 4) Не передача аргументов

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp --center 20 11 –radius 10 -f

Ожидаемый результат: Программа выведет ошибку не передачи аргументов и подсказку

Результат программы:

- 5) Передача лишних аргументов

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp --center 50 50 –radius 40 23 s f

Ожидаемый результат: Программа проигнорирует последующие данные после первого аргумента.

Результат программы:

- 6) Передача аргумента из нужного типа и букв

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp --center 50 50 –radius 10dfgh

Ожидаемый результат: Программа проигнорирует последующие данные после последнего символа типа int.

Результат программы:

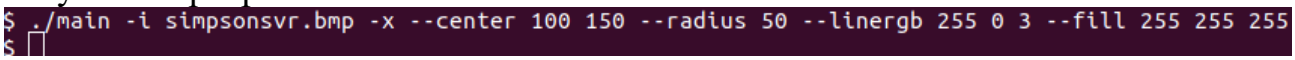
(*При передачи слишком большого значения перед беквами, программа сработает так же, как если бы букв не было*)

- 7) Верная передача аргументов

Вводимая команда: ./main -i simpsonsvr.bmp --center 20 11 –radius 10 -f 255 255 255

Ожидаемый результат: Программа не выведет ошибок

Результат программы:

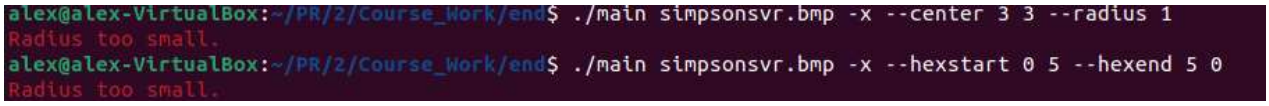


3.5. Тестовые запуски всех задач

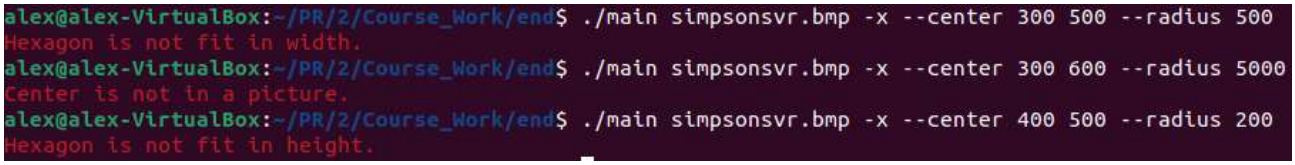
- **<u>1) Рисование шестиугольника</u>**

- **Особенные ошибки:**

1. Маленький радиус



2. Выход за пределы картинки



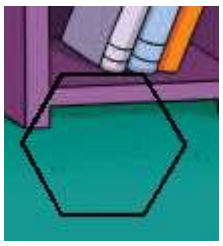
3. Переданы не координаты квадрата

- **Center + radius**

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -x --center 50 50 --radius 40

Ожидаемый результат: Рисование шестиугольника с толщиной линии и цветом по умолчанию

Результат программы:



- **Hexstart + Hexend**

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -x --hexstart 0 50 --hexend 50 0

Ожидаемый результат: Рисование шестиугольника с толщиной линии и цветом по умолчанию

Результат программы:

- **Center + radius + fill**

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -x --center 50 50 --radius 40 –fill 255 255 255

Ожидаемый результат: Рисование шестиугольника с толщиной линии и цветом по умолчанию и заливка желтым

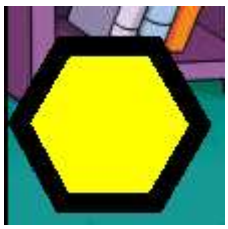
Результат программы:

- **Center + radius + fill + linewidth**

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -x --center 50 50 --radius 40 –fill 255 255 0 –linewidth 10

Ожидаемый результат: Рисование шестиугольника с толстыми границами цвета по умолчанию и заливка желтым

Результат программы:



- **Center + radius + fill + linewidth + linergb**

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -x --center 50 50 --radius 40 –fill 255 255 0 –linewidth 10 –linergb 0 0 255

Ожидаемый результат: Рисование шестиугольника с толстыми гранями синего цвета и желтой заливкой

Результат программы:

➢ **2) Рисование рамки**

- **Особенные ошибки:**

1. **Несуществующий тип рамки**

```
alex@alex-VirtualBox:~/PR/2/Course_Work/end$ ./main simpsonsvr.bmp -e --type 3
Introduced non-existen frame type
```

2. **Невозможный размер рамки**

```
alex@alex-VirtualBox:~/PR/2/Course_Work/end$ ./main simpsonsvr.bmp -e --width 0
Unacceptably frame width value
alex@alex-VirtualBox:~/PR/2/Course_Work/end$ ./main simpsonsvr.bmp -e --width 300
Unacceptably frame width value
```

3. **Слишком маленькая рамка для конкретного типа**

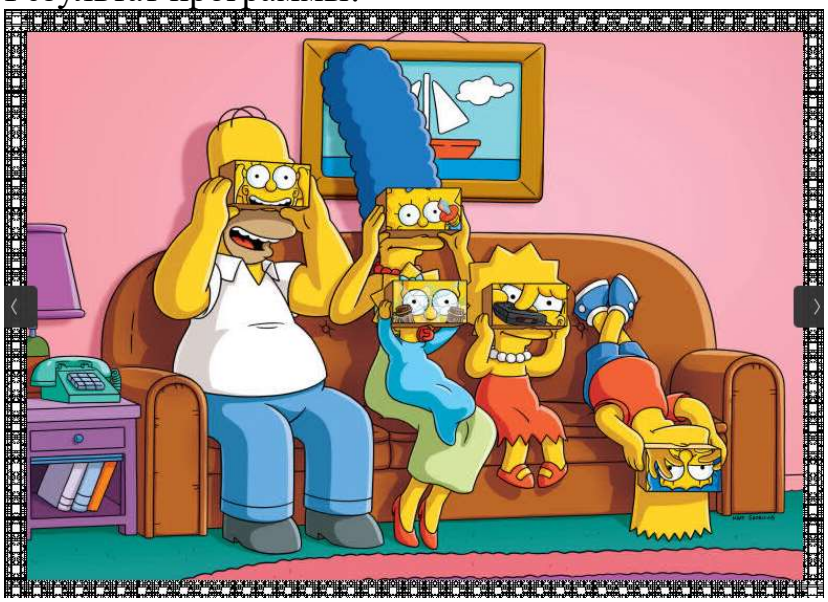
```
alex@alex-VirtualBox:~/PR/2/Course_Work/end$ ./main simpsonsvr.bmp -e --type 2 --width 1
Pattern number 2 requires a minimum border width of 17px
alex@alex-VirtualBox:~/PR/2/Course_Work/end$ ./main simpsonsvr.bmp -e --type 1 --width 1
Pattern number 1 requires a minimum border width of 10px
alex@alex-VirtualBox:~/PR/2/Course_Work/end$ ./main simpsonsvr.bmp -e --type 0 --width 1
alex@alex-VirtualBox:~/PR/2/Course_Work/end$
```

- **Edge**

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -e

Ожидаемый результат: Рисование рамки с значениями по умолчанию

Результат программы:

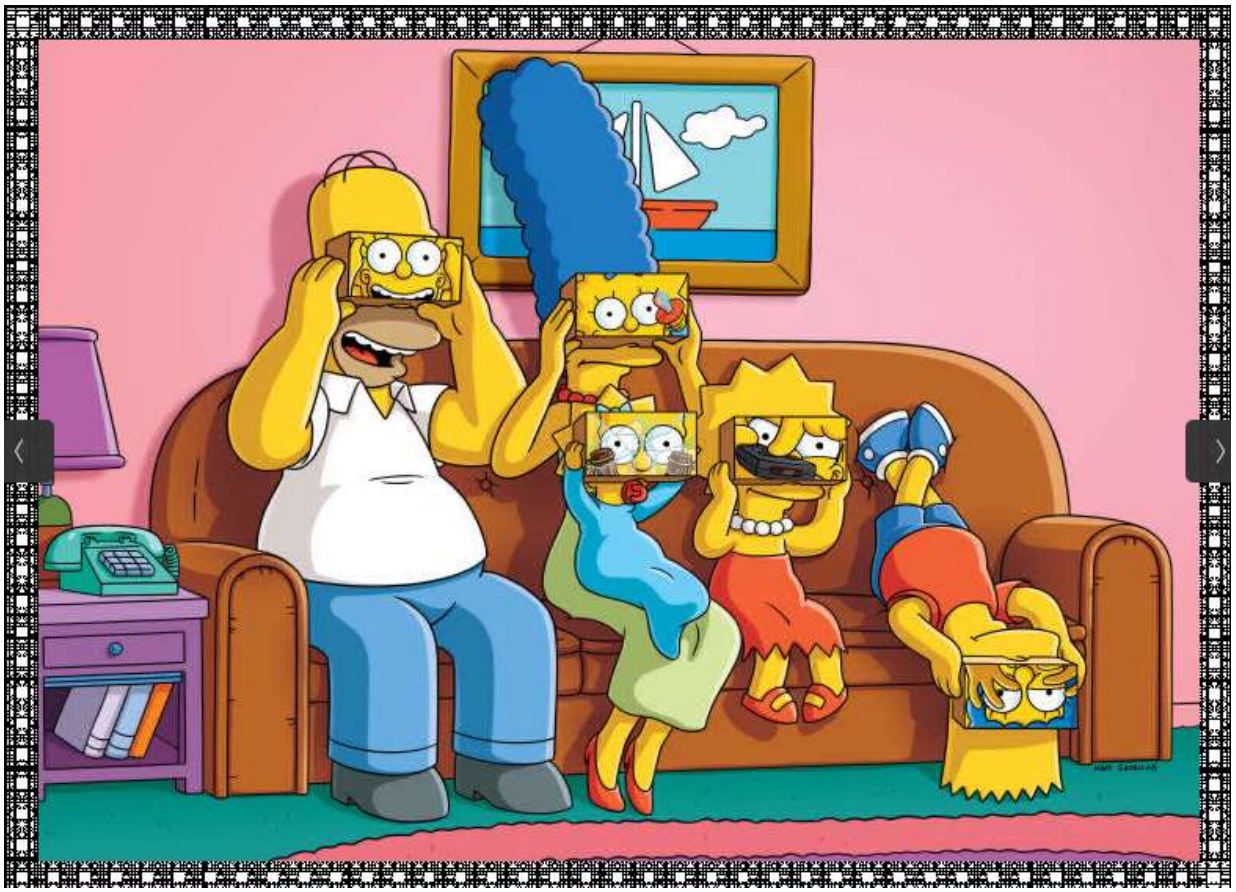


- **Edge + type**

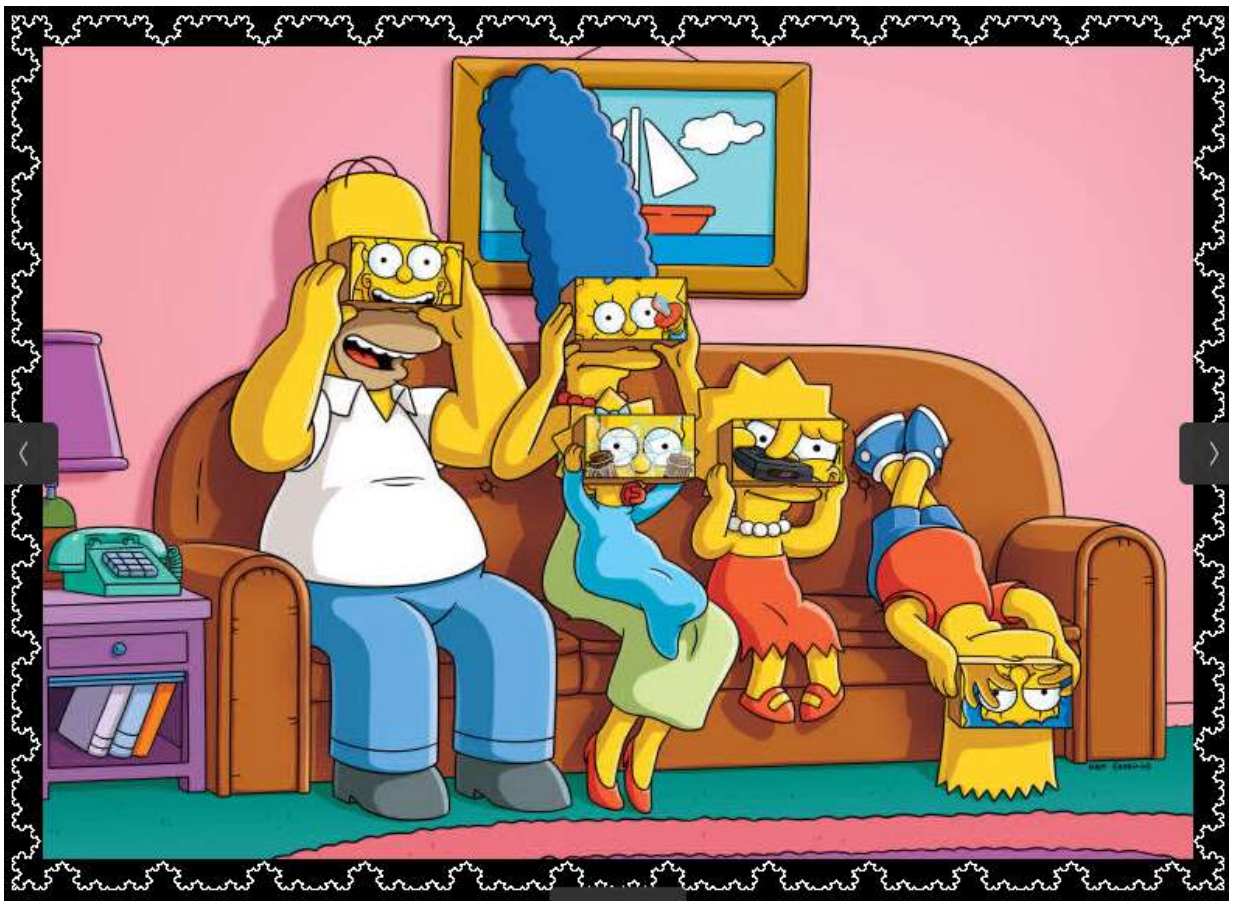
Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -e –type 0/1/2

Ожидаемый результат: Рисование рамки заданного типа

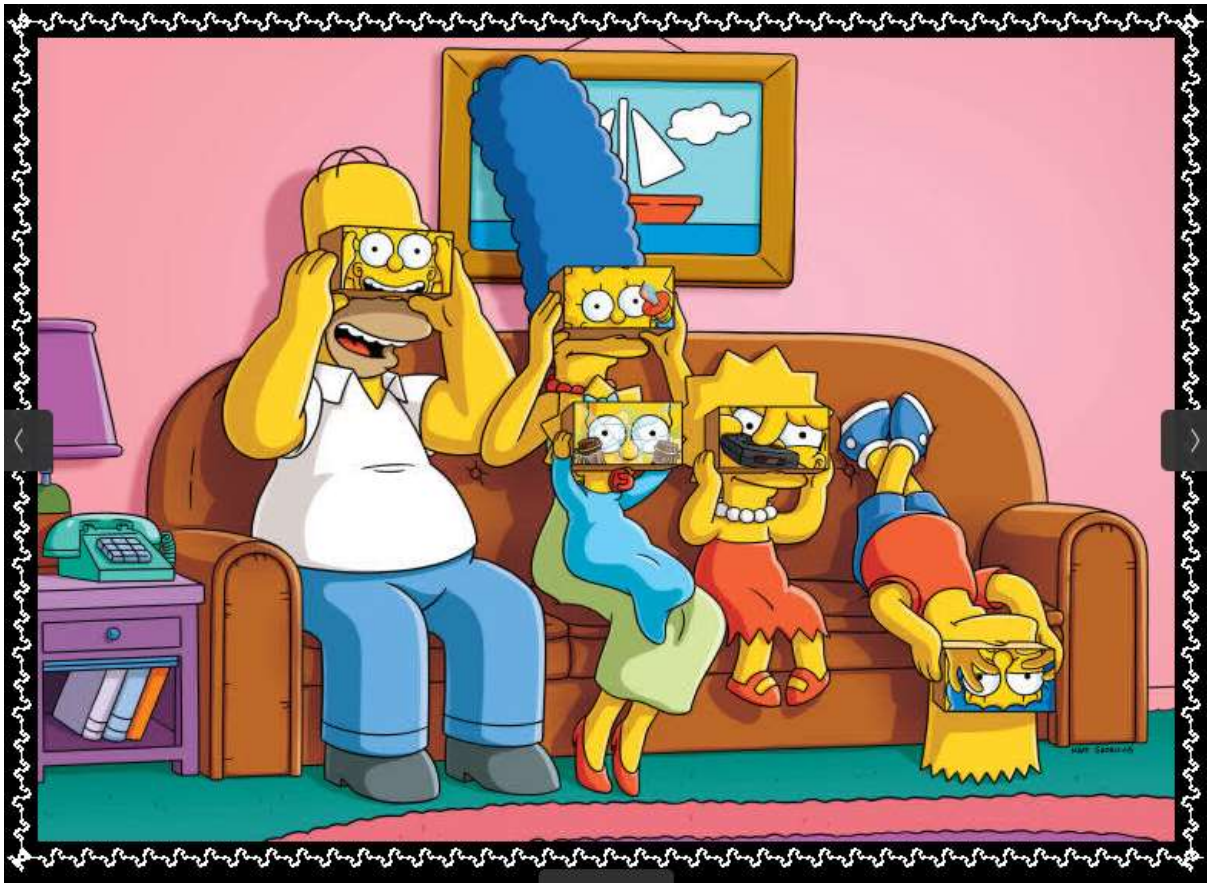
Результат программы:
Тип 0:



Тип 1:



Тип 2:

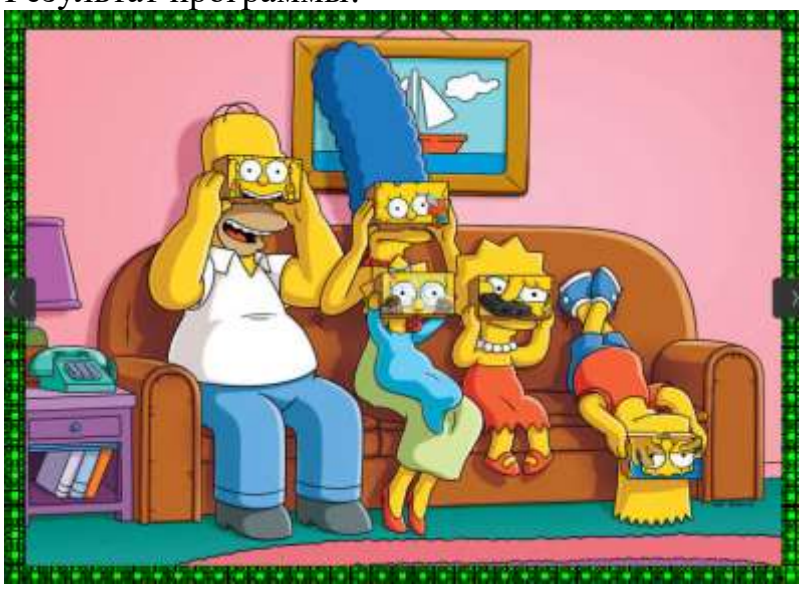


- **Edge + type + edgergb**

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -e –type 0 –edgergb 0 255 0

Ожидаемый результат: Рисование рамки заданного типа и цвета узора

Результат программы:

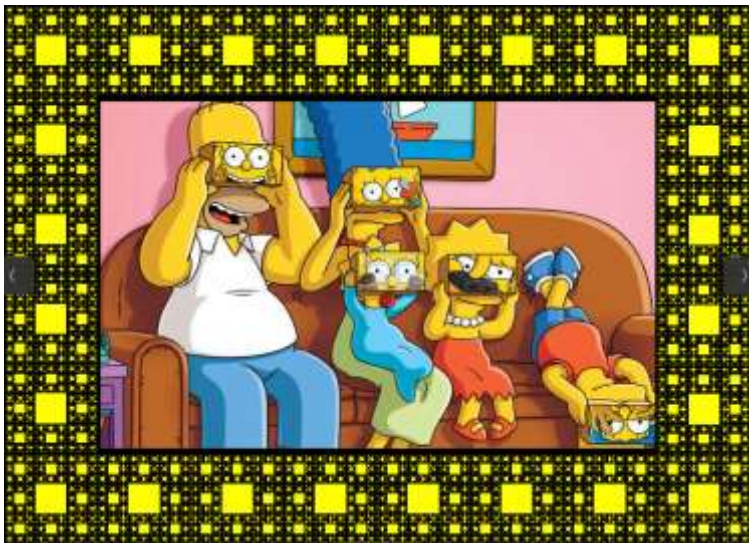


- **Edge + type + edgergb + width**

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -e –type 0 –edgergb 255 255 0 –width 100

Ожидаемый результат: Рисование рамки заданного типа и цвета узора и ширины

Результат программы:

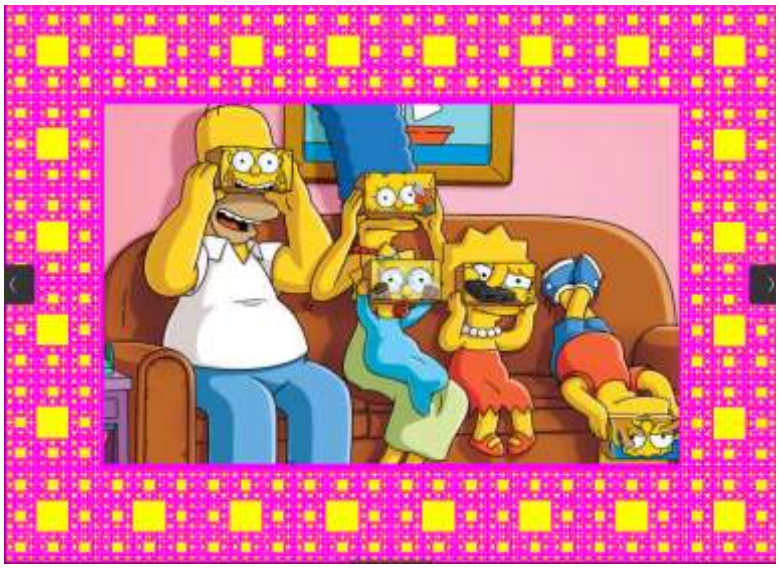


- **Edge + type + edgergb + width + bgrgb**

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -e –type 0 –edgergb 255 255 0 –width 100 –bgrgb 255 0 255

Ожидаемый результат: Рисование рамки заданного типа и цвета узора и ширины

Результат программы:



- **3) Копирование области**

- **Особенные ошибки:**

1. **Область не принадлежит картинке**

2. **Область невозможно вставить целиком**

- **Start + End + Insert**

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -s --old 247 159 171 --new 255 255 255

Ожидаемый результат: Копирование и вставка заданной области

Результат программы:

- **4) Смена цвета**

- **Особенные ошибки:**

1. **Замена несуществующего цвета**

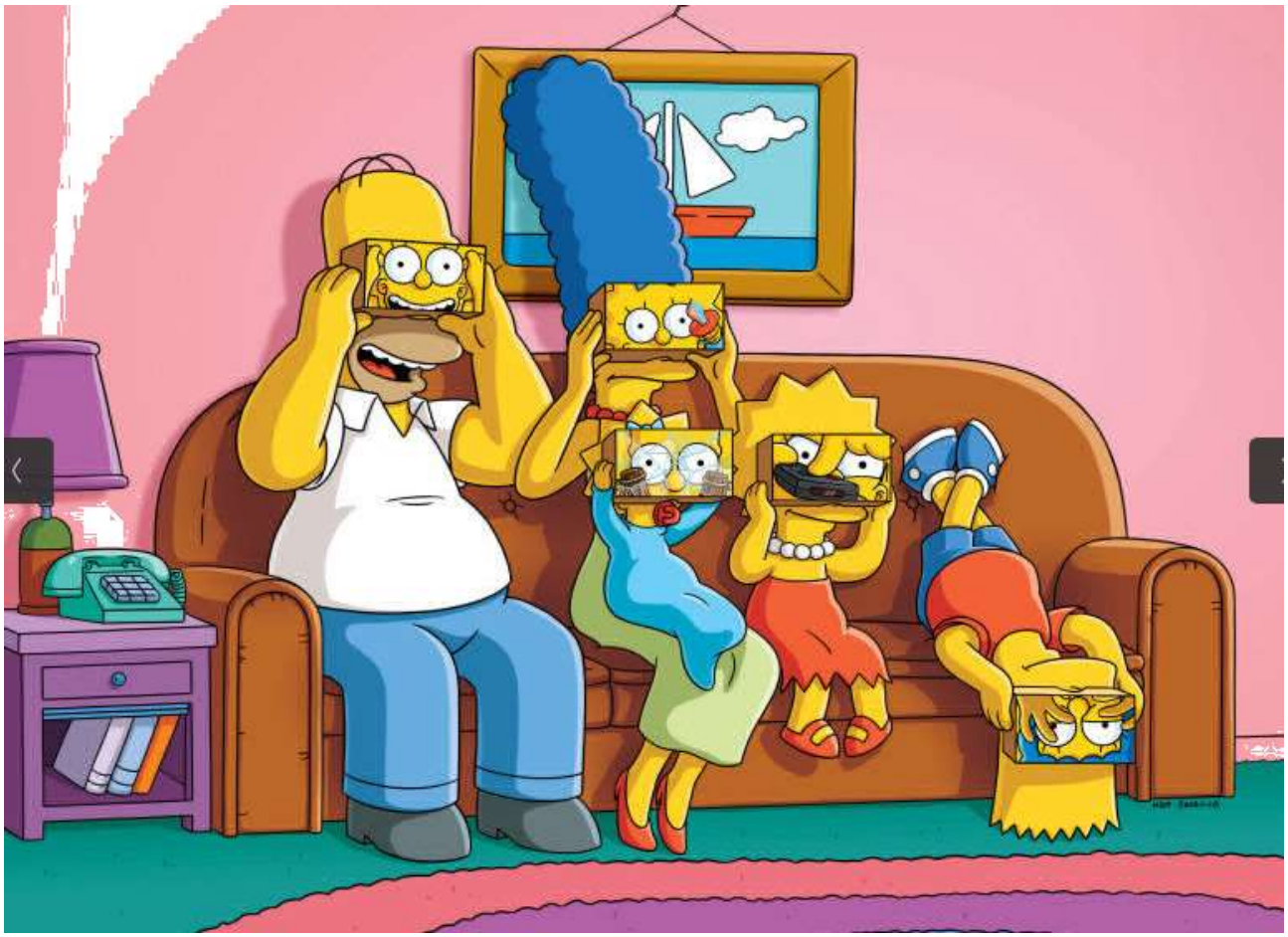
Программа не выведет ошибки, в результате будет исходное изображение.

- **Old + New**

Вводимая команда: ./main simpsonsvr.bmp -s --old 247 159 171 --new 255 255 255

Ожидаемый результат: Замена пикселей заданного цвета на белый

Результат программы:



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы была разработана программа на языке программирования Си, выполняющая обработку изображений в формате bmp. Для взаимодействия данной программы с пользователем был разработан интерфейс командной строки. В ходе выполнения работы было изучено, как файлы в формате bmp представлены в памяти компьютера, а также как взаимодействовать с файлами, используя язык программирования Си.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Керниган Б.В., Ричи Д.М. Язык С. М.: Вильямс, 2017.
2. Основная информация о языке программирования C++ // cplusplus.com: http://www.cplusplus.com/
3. Библиотека среды выполнения C // Документация Microsoft Docs: https://docs.microsoft.com/ru-ru/cpp/c-runtime-library/c-run-time-library-reference? view=msvc-170
4. Сайт Википедия: https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Брезенхэма
5. Сайт Википедия: https://ru.wikipedia.org/wiki/Треугольник_Серпинского
6. Сайт Википедия: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кривая_Коха
7. Сайт Википедия: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кривая_Минковского

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: *structs.h*

```
#pragma once

typedef struct Point{
	int x;
	int y;
} Point;



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



typedef struct Configs{
	 //hexagon
	int draw_hexagon;  // 0 - false
	 //copy
	int copy_area;		// 0 - false
	 //switch
	int switch_color;	// 0 - false
	 //frame
	 int draw_frame;		// 0 - false
	 //files
	 char *input_file;
	 char *output_file; // default out.bmp
```

```
    int bmp_info;           // 0 - do not print
} Configs;


typedef struct Hexagon{
    int flags[5];       //{center, radius, fill, start, end}

    //can be entered instead of center and radius
    Point start;
    Point end;

    Point center;
    int radius;
    int line_width;         //default 1px
    Rgb line_color;         //default black
    Rgb filling_color;
} Hexagon;


typedef struct Area{
    int flags[3];       //{start, end, insert}
    Point start;
    Point end;
    int h;
    int w;
    Point insert;
} Area;


typedef struct SwitchColor{
```

```
    int flags[2];       //{old, new}
    Rgb old_color;
    Rgb new_color;
} SwitchColor;


typedef struct Frame{
    int type;           //default 0;
    int width;          //default 10px;
    Rgb edge_color;         //default white;
    Rgb bg_color;           //default black;
} Frame;


#pragma pack (push, 1)
typedef struct BitmapFileHeader{
    unsigned short signature;
    unsigned int filesize;
    unsigned short reserved1;
    unsigned short reserved2;
    unsigned int pixelArrOffset;
} BitmapFileHeader;


typedef struct BitmapInfoHeader{
    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;
#pragma pack(pop)

typedef struct File{
    BitmapFileHeader *bmfh;
    BitmapInfoHeader *bmih;
    unsigned int H;
    unsigned int W;
    Rgb **arr;
} File;
```

Название файла: *getopt.h*

```
#pragma once

void PrintHelp();
int is_number(char *arg);
int is_rgb_numbers(int args[]);
int read_args(int argc, char *argv[], int *optind, int count, int args[]);
```

Название файла: *getopt.c*

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <ctype.h>
```

```
void PrintHelp(){
    //hint
    printf("\n\t\x1b[32mGETOPT HINT\x1b[0m\n\n");

    //general

printf("\x1b[33m_____
_____GENERAL_____
_____\x1b[0m\n");
    printf("\t\x1b[33mGeneral\x1b[0m\n");
    printf("\x1b[35m-h -? --help\x1b[0m <-- help\n");
    printf("\x1b[35m--bmpversion\x1b[0m <-- supported bmp file versions\n");
    printf("\x1b[35m--bmpinfo\x1b[0m <-- bmp file information\n");

    printf("\x1b[35m-i\x1b[36m <filename.bmp> \x1b[35m--inputfile\x1b[36m
<filename.bmp>\x1b[0m <-- input BMP file (file to be changed)\n");
    printf("\x1b[35m-o\x1b[36m <filename.bmp> \x1b[35m--outputfile\x1b[36m
<filename.bmp>\x1b[0m <-- output BMP file (file were changes are saved)\n\n");

    //hexagon

printf("\x1b[33m_____
_____HEXAGON_____
_____\x1b[0m\n");
    printf("\t\x1b[33mHexagon\x1b[0m\n");
    printf("\x1b[35m-x --hexagon\x1b[0m <-- draw regular hexagon flag\n");
    printf("\t\x1b[35m--center\x1b[36m <x> <y>\x1b[0m <-- coordinates (type int) of
the center of the hexagon (the origin is in the lower left corner)\n");
    printf("\t\x1b[35m--radius\x1b[36m <radius>\x1b[0m <-- hexagon radius (type
int)\n");
```

printf("\n\x1b[32mInstead of the coordinates of the center and radius, you can set the coordinates of the left upper and right down corner of the square in which it is inscribed\x1b[0m\n");

printf("\t\x1b[35m--hexstart\x1b[36m <x> <y>\x1b[0m <-- coordinates (type int) of the upper left corner of the copy area (x, y)(the origin is in the lower left corner)\n");

printf("\t\x1b[35m--hexend\x1b[36m <x> <y>\x1b[0m <-- coordinates (type int) of the lower right corner of the copy area (x, y)(the origin is in the lower left corner)\n\n");

printf("\t\x1b[35m--linewidth\x1b[36m <width>\x1b[0m <-- boarder width (default: 1px)\n");

printf("\t\x1b[35m--linergb\x1b[36m <red> <green> <blue>\x1b[0m <-- boarder color (default: (0, 0, 0)) (each color component ranging from 0 to 255)\n");

printf("\t\x1b[35m-f\x1b[36m <red> <green> <blue> \x1b[35m--fill\x1b[36m <red> <green> <blue>\x1b[0m <-- hexagon fill color (each color component ranging from 0 to 255)\n\n");

//copy area

printf("\x1b[33m_____
_____COPY_AREA_____
_____\x1b[0m\n");

printf("\t\x1b[33mCopy area\x1b[0m\n");

printf("\x1b[35m-c --copy\x1b[0m <-- copy area flag\n");

printf("\t\x1b[35m--start\x1b[36m <x> <y>\x1b[0m <-- coordinates (type int) of the upper left corner of the copy area (x, y)(the origin is in the lower left corner)\n");

```
    printf("\t\x1b[35m--end\x1b[36m <x> <y>\x1b[0m <-- coordinates (type int) of the lower right corner of the copy area (x, y)(the origin is in the lower left corner)\n");
    printf("\t\x1b[35m--insert\x1b[36m <x> <y>\x1b[0m <-- coordinates (type int) of thr upper left corner of the paste area (x, y)\n\n");

    //switch color

printf("\x1b[33m_____
_____SWITCH_COLOR_____
_____\x1b[0m\n");
    printf("\t\x1b[33mSwitch color\x1b[0m\n");
    printf("\x1b[35m-s --switchcolor\x1b[0m <-- switch color flag\n");
    printf("\t\x1b[35m--old\x1b[36m <red> <green> <blue>\x1b[0m <-- color to be change (each color component ranging from 0 to 255)\n");
    printf("\t\x1b[35m--new\x1b[36m <red> <green> <blue>\x1b[0m <-- color to be applied (each color component ranging from 0 to 255)\n\n");

    //frame

printf("\x1b[33m_____
_____FRAME_____
_____\x1b[0m\n");
    printf("\t\x1b[33mFrame\x1b[0m\n");
    printf("\x1b[35m-e --edge\x1b[0m <-- frame flag\n");
    printf("\t\x1b[35m--type\x1b[36m <pattern>\x1b[0m> <-- frame pattern {0, 1, 2} (default: 0)\n");
    printf("\t\x1b[35m--width\x1b[36m <width>\x1b[0m> <-- frame width (default: 20px)\n");
```

```
    printf("\t\x1b[35m--edgergb\x1b[36m <red> <green> <blue>\x1b[0m <-- frame color (default: (255, 255, 255)) (each color component ranging from 0 to 255)\n");
    printf("\t\x1b[35m--bgrgb\x1b[36m <red> <green> <blue>\x1b[0m <-- background frame color (default: (0, 0, 0)) (each color component ranging from 0 to 255)\n\n");
}

int is_number(char *arg){
    if (atoi(arg) || (!atoi(arg) && isdigit(arg[0]))){
        return 1;
    }
    return 0;
}

int is_rgb_numbers(int args[]){
    //iterate over all rgb arguments
    for (int i = 0; i < 3; i++){

        //conformity check
        if (args[i]<0 || args[i]>255){
            printf("\x1b[31mArgumentes <red> <green> <blue> must be in the range from 0 to 255\x1b[0m\n");
            return 0;
        }
    }
    return 1;
}

int read_args(int argc, char *argv[], int *optind, int count, int args[]){
        (*optind)--;
```

```
    int i = 0;

    //iterate over all arguments passed after the flag
    for (;*optind < argc && *argv[*optind]!='-' && i < count; (*optind)++){

        //type matching check
        if (is_number(argv[*optind])){
            args[i++] = atoi(argv[*optind]);
        } else{
            return -1;
        }
    }

    return i;
}
```

Название файла: *getopt_copy.h*

```
#pragma once

int case_start_copy(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Area *area);
int case_end_copy(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Area *area);
int case_insert(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Area *area);
```

Название файла: *getopt_copy.c*

```
#include <stdio.h>
#include <getopt.h>
#include "getopt.h"
#include "structs.h"
```

```
int case_start_copy(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Area *area){
    //flag passing check
    if (config->copy_area){
        int args[2];    //temporary array of arguments
        int count = read_args(argc, argv, optind, 2, args);     //number of arguments read

        //error checking
        if (count == -1){
            printf("\x1b[31mFlag {--start} takes arguments of type int\x1b[0m\n");
            return -1;
        }

        //checking if all arguments are passed
        if (count == 2){
                area->start.x = args[0];
                area->start.y = args[1];
            return 0;
        } else{
            printf("\x1b[31mFlag {--start} taken 2 argument, but was given less argument\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
    } else{
        printf("\x1b[31mCopy flag {-c}/{--copy} not specified!\x1b[0m\n");
        return -1;
    }
}
```

```
int case_end_copy(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Area *area){
    //flag passing check
    if (config->copy_area){
        int args[2]; //temporary array of arguments
        int count = read_args(argc, argv, optind, 2, args);        //number of
arguments read

        //error checking
        if (count == -1){
            printf("\x1b[31mFlag {--end} takes arguments of type
int\x1b[0m\n");
            return -1;
        }

        //checking if all arguments are passed
        if (count == 2){
                area->end.x = args[0];
                area->end.y = args[1];
            return 0;
        } else{
            printf("\x1b[31mFlag {--end} taken 2 argument, but was given
less argument\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
    } else{
        printf("\x1b[31mCopy flag {-c}/{--copy} not specified!\x1b[0m\n");
        return -1;
    }
```

```
}


int case_insert(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Area *area){
        //flag passing check
        if (config->copy_area){
                int args[2]; //temporary array of arguments
                int count = read_args(argc, argv, optind, 2, args);         //number of
arguments read

                //error checking
                if (count == -1){
                        printf("\x1b[31mFlag {--insert} takes arguments of type
int\x1b[0m\n");
                        return -1;
                }

                //checking if all arguments are passed
                if (count == 2){
                                area->insert.x = args[0];
                                area->insert.y = args[1];
                        return 0;
                } else{
                        printf("\x1b[31mFlag {--insert} taken 2 argument, but was given
less argument\x1b[0m\n");
                        return -1;
                }
        } else{
                printf("\x1b[31mCopy flag {-c}/{--copy} not specified!\x1b[0m\n");
                return -1;
```

```
        }
}
```

Название файла: *getopt_switch_color.h*

```
#pragma once

int case_old_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, SwitchColor
*switch_color);
int case_new_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, SwitchColor
*switch_color);
```

Название файла: *getopt_switch_color.c*

```
#include <stdio.h>
#include "getopt.h"
#include "structs.h"


int case_old_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, SwitchColor
*switch_color){
        //flag passing check
        if (config->switch_color){
                int args[3]; //temporary array of arguments
                int count = read_args(argc, argv, optind, 3, args);         //number of
arguments read

                //error checking
                if (count == -1){
                        printf("\x1b[31mFlag {--old} takes arguments of type
int\x1b[0m\n");
                        return -1;
```

```
            }

            //checking if all arguments are passed
            if (count == 3){

                if (!is_rgb_numbers(args)){
                    return -1;
                }

                switch_color->old_color = (Rgb){args[2], args[1], args[0]};
                return 0;
            } else{
                printf("\x1b[31mFlag {--old} taken 3 argument, but was given less argument\x1b[0m\n");
                return -1;
            }
        } else{
            printf("\x1b[31mSwitch color flag {-s}/{--switchcolor} not specified!\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
}


int case_new_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, SwitchColor *switch_color){
        //flag passing check
        if (config->switch_color){
            int args[3]; //temporary array of arguments
```

```
            int count = read_args(argc, argv, optind, 3, args);         //number of
arguments read

            //error checking
            if (count == -1){
                printf("\x1b[31mFlag {--new} takes arguments of type
int\x1b[0m\n");
                return -1;
            }

            //checking if all arguments are passed
            if (count == 3){

                if (!is_rgb_numbers(args)){
                    return -1;
                }

                switch_color->new_color = (Rgb){args[2], args[1], args[0]};
                return 0;
            } else{
                printf("\x1b[31mFlag {--new} taken 3 argument, but was given
less argument\x1b[0m\n");
                return -1;
            }
        } else{
            printf("\x1b[31mSwitch color flag {-s}/{--switchcolor} not
specified!\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
}
```

Название файла: *getopt_hexagon.h*

```
#pragma once

int case_hexstart(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon
*hexagon);
int case_hexend(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon
*hexagon);
int case_hexcenter(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon
*hexagon);
int case_hexradius(int argc, char *argv[], char *optarg, Configs *config, Hexagon
*hexagon);
int case_hexline_width(int argc, char *argv[], char *optarg, Configs *config,
Hexagon *hexagon);
int case_hexline_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon
*hexagon);
int case_hexfilling(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon
*hexagon);
```

Название файла: *getopt_hexagon.c*

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "getopt.h"
#include "structs.h"


int case_hexstart(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon
*hexagon){
    //flag passing check
    if (config->draw_hexagon){
        int args[2];    //temporary array of arguments
```

```
        int count = read_args(argc, argv, optind, 2, args);     //number of
arguments read

        //error checking
        if (count == -1){
            printf("\x1b[31mFlag {--hexstart} takes arguments of type
int\x1b[0m\n");
            return -1;
        }

        //checking if all arguments are passed
        if (count == 2){
                hexagon->start.x = args[0];
                hexagon->start.y = args[1];
            return 0;
        } else{
            printf("\x1b[31mFlag {--hexstart} taken 2 argument, but was given
less argument\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
    } else{
        printf("\x1b[31mCopy flag {-x}/{--hexagon} not specified!\x1b[0m\n");
        return -1;
    }
}


int case_hexend(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon
*hexagon){
    //flag passing check
```

```
    if (config->draw_hexagon){
        int args[2];    //temporary array of arguments
        int count = read_args(argc, argv, optind, 2, args);     //number of
arguments read

        //error checking
        if (count == -1){
            printf("\x1b[31mFlag {--hexend} takes arguments of type
int\x1b[0m\n");
            return -1;
        }

        //checking if all arguments are passed
        if (count == 2){
                hexagon->end.x = args[0];
                hexagon->end.y = args[1];
            return 0;
        } else{
            printf("\x1b[31mFlag {--hexend} taken 2 argument, but was given less
argument\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
    } else{
        printf("\x1b[31mCopy flag {-x}/{--hexagon} not specified!\x1b[0m\n");
        return -1;
    }
}
```

```
int case_hexcenter(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon *hexagon){
    //flag passing check
    if (config->draw_hexagon){
        int args[2]; //temporary array of arguments
        int count = read_args(argc, argv, optind, 2, args);        //number of arguments read

        //error checking
        if (count == -1){
            printf("\x1b[31mFlag {--center} takes arguments of type int\x1b[0m\n");
            return -1;
        }

        //checking if all arguments are passed
        if (count == 2){
            hexagon->center.x = args[0];
            hexagon->center.y = args[1];
            return 0;
        } else{
            printf("\x1b[31mFlag {--center} taken 2 argument, but was given less argument\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
    } else{
        printf("\x1b[31mHexagon flag {-x}/{--hexagon} not specified!\x1b[0m\n");
        return -1;
    }
```

```
}


int case_hexradius(int argc, char *argv[], char *optarg, Configs *config, Hexagon
*hexagon){
        //flag passing check
        if (config->draw_hexagon){

                //error checking
                if (!is_number(optarg)){
                        printf("\x1b[31mFlag {--radius} takes argument of type
int\x1b[0m\n");
                        return -1;
                }

                hexagon->radius = atoi(optarg);
                return 0;
        } else{
                printf("\x1b[31mHexagon flag {-x}/{--hexagon} not
specified!\x1b[0m\n");
                return -1;
        }
}


int case_hexline_width(int argc, char *argv[], char *optarg, Configs *config,
Hexagon *hexagon){
        //flag passing check
        if (config->draw_hexagon){
```

```
            //error checking
            if (!is_number(optarg)){
                printf("\x1b[31mFlag {--linewidth} takes argument of type int\x1b[0m\n");
                return -1;
            }

            hexagon->line_width = atoi(optarg);
            return 0;
        } else{
            printf("\x1b[31mHexagon flag {-x}/{--hexagon} not specified!\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
}


int case_hexline_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon *hexagon){
        //flag passing check
        if (config->draw_hexagon){
            int args[3];    //temporary array of arguments
            int count = read_args(argc, argv, optind, 3, args);     //number of arguments read

            //error checking
            if (count == -1){
                printf("\x1b[31mFlag {--linergb} takes arguments of type int\x1b[0m\n");
                return -1;
            }
```

```
            if (!is_rgb_numbers(args)){
                return -1;
            }

            //checking if all arguments are passed
            if (count == 3){
                hexagon->line_color = (Rgb){args[2], args[1], args[0]};
                return 0;
            } else{
                printf("\x1b[31mFlag {--linergb} taken 3 argument, but was given less argument\x1b[0m\n");
                return -1;
            }
        } else{
            printf("\x1b[31mHexagon flag {-x}/{--hexagon} not specified!\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
}


int case_hexfilling(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Hexagon *hexagon){
        //flag passing check
        if (config->draw_hexagon){
            int args[3]; //temporary array of arguments
            int count = read_args(argc, argv, optind, 3, args);         //number of arguments read

            //error checking
```

```
            if (count == -1){
                printf("\x1b[31mFlag {-f}/{--fill} takes arguments of type
int\x1b[0m\n");
                return -1;
            }

            if (!is_rgb_numbers(args)){
                return -1;
            }

            //checking if all arguments are passed
            if (count == 3){
                hexagon->filling_color = (Rgb){args[2], args[1], args[0]};
                return 0;
            } else{
                printf("\x1b[31mFlag {-f}/{--fill} taken 3 argument, but was given
less argument\x1b[0m\n");
                return -1;
            }
        } else{
            printf("\x1b[31mHexagon flag {-x}/{--hexagon} not
specified!\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
}
```

Название файла: *getopt_frame.h*

```
#pragma once
```

```
int case_edge_type(int argc, char *argv[], char *optarg, Configs *config, Frame *frame);
int case_edge_width(int argc, char *argv[], char *optarg, Configs *config, Frame *frame);
int case_edge_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Frame *frame);
int case_bg_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Frame *frame);
```

Название файла: *getopt_frame.c*

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "getopt.h"
#include "structs.h"


int case_edge_type(int argc, char *argv[], char *optarg, Configs *config, Frame *frame){
        //flag passing check
        if (config->draw_frame){

                //error checking
                if (!is_number(optarg)){
                        printf("\x1b[31mFlag {--type} takes arguments of type int\x1b[0m\n");
                        return -1;
                }

                frame->type = atoi(optarg);
                return 0;
```

```
        } else{
                printf("\x1b[31mDraw frame flag {-e}/{--edge} not
specified!\x1b[0m\n");
                return -1;
        }
}


int case_edge_width(int argc, char *argv[], char *optarg, Configs *config, Frame
*frame){
        //flag passing check
        if (config->draw_frame){

                //error checking
                if (!is_number(optarg)){
                        printf("\x1b[31mFlag {--breadth} takes arguments of type
int\x1b[0m\n");
                        return -1;
                }

                frame->width = atoi(optarg);
                return 0;
        } else{
                printf("\x1b[31mDraw frame flag {-e}/{--edge} not
specified!\x1b[0m\n");
                return -1;
        }
}
```

```
int case_edge_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Frame *frame){
    //flag passing check
    if (config->draw_frame){
        int args[3]; //temporary array of arguments
        int count = read_args(argc, argv, optind, 3, args);        //number of arguments read

        //error checking
        if (count == -1){
            printf("\x1b[31mFlag {--edgergb} takes arguments of type int\x1b[0m\n");
            return -1;
        }

        //checking if all arguments are passed
        if (count == 3){
            if (!is_rgb_numbers(args)){
                return -1;
            }

            frame->edge_color = (Rgb){args[2], args[1], args[0]};
            return 0;
        } else{
            printf("\x1b[31mFlag {--edgergb} taken 3 argument, but was given less argument\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
    } else{
```

```
            printf("\x1b[31mDraw frame flag {-e}/{--edge} not
specified!\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
}


int case_bg_color(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config, Frame
*frame){
        //flag passing check
        if (config->draw_frame){
            int args[3]; //temporary array of arguments
            int count = read_args(argc, argv, optind, 3, args);         //number of
arguments read

            //error checking
            if (count == -1){
                printf("\x1b[31mFlag {--bgrgb} takes arguments of type
int\x1b[0m\n");
                return -1;
            }

            //checking if all arguments are passed
            if (count == 3){
                if (!is_rgb_numbers(args)){
                    return -1;
                }

                frame->bg_color = (Rgb){args[2], args[1], args[0]};
                return 0;
```

```
            } else{
                printf("\x1b[31mFlag {--bgrgb} taken 3 argument, but was given less argument\x1b[0m\n");
                return -1;
            }
        } else{
            printf("\x1b[31mDraw frame flag {-e}/{--edge} not specified!\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
}
```

Название файла:*getopt_files.h*

```
#pragma once

int is_bmp(char *arg);
int case_input_file(Configs *config, char *optarg);
int case_output_file(Configs *config, char *optarg);
int search_input_file(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config);
void no_input_file();
```

Название файла:*getopt_files.c*

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include "getopt.h"
#include "structs.h"


int is_bmp(char *arg){
    if (strstr(arg, ".bmp") != NULL){
```

```
            return 1;
        }

        return 0;
}


int case_input_file(Configs *config, char *optarg){
        if (is_bmp(optarg)){
            strcpy(config->input_file, optarg);
            return 0;
        } else{
            printf("%s - \x1b[31mInput file is not BMP!\x1b[0m\n", optarg);
            return -1;
        }
}


int case_output_file(Configs *config, char *optarg){
        if (is_bmp(optarg)){
            strcpy(config->output_file, optarg);
            return 0;
        } else{
            printf("%s - \x1b[31mOutput file is not BMP!\x1b[0m\n", optarg);
            return -1;
        }
}


int search_input_file(int argc, char *argv[], int *optind, Configs *config){
```

```
    argc -= (*optind);
    argv += (*optind);

     //checking for the presence of the name of the multable file
     if (!strstr(config->input_file, ".bmp")){
     for(int i=0; i<argc; i++){
                    if (is_bmp(argv[i])){
                            strcpy(config->input_file, argv[i]);
                return 1;
                    }
            }
     } else{
            return 1;
     }

     return 0;
}


void no_input_file(){
     printf("\x1b[31mInput file name wasn't given!\x1b[0m\n");
}
```

Название файла: *file_processing.h*

```
#pragma once

int read_input_file(Configs *comnfig, File *file, BitmapFileHeader *bmfh,
BitmapInfoHeader *bmih);
int create_output_file(Configs *config, File *file);
```

Название файла: *file_processing.c*

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "structs.h"
#include "bmp_info.h"


int read_input_file(Configs *config, File *file, BitmapFileHeader *bmfh,
BitmapInfoHeader *bmih){
	FILE *f = fopen(config->input_file, "rb");

	//error checking
	if (f == NULL){
		printf("\x1b[31mUnable to open input file\x1b[0m\n");
		return -1;
	}

	//reading headlines
	fread(bmfh,1,sizeof(BitmapFileHeader),f);
	fread(bmih,1,sizeof(BitmapInfoHeader),f);

	//getting height and width
	file->H = bmih->height;
	file->W = bmih->width;

	//pictures reading
	Rgb **arr = malloc(file->H*sizeof(Rgb*));

	//error checking
```

```
    if (arr == NULL){
        printf("\x1b[31mH Unable to allocate memmory for image\x1b[0m\n");
        return -1;
    }

    for(int i=0; i<file->H; i++){
        arr[i] = malloc(file->W * sizeof(Rgb) + (file->W*3)%4);

        //error checking
        if (arr[i] == NULL){
            printf("\x1b[31mW Unable to allocate memmory for
image\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
        fread(arr[i],1,file->W * sizeof(Rgb) + (file->W*3)%4,f);
    }
    file->arr = arr;
    fclose(f);
    return 0;
}


int create_output_file(Configs *config, File *file){
    FILE *f = fopen(config->output_file, "wb");

    //error checking
    if (f == NULL){
        printf("\x1b[31mUnable to create output file\x1b[0m\n");
        return -1;
    }
```

```
	//writing headlines
	fwrite(file->bmfh, 1, sizeof(BitmapFileHeader),f);
	fwrite(file->bmih, 1, sizeof(BitmapInfoHeader),f);
	unsigned int w = file->W * sizeof(Rgb) + (file->W*3)%4;

	for(int i=0; i<file->H; i++){
		fwrite(file->arr[i],1,w,f);
	}

	fclose(f);
	return 0;
}
```

Название файла: bmp_info.*h*

```
#pragma once

void printFileHeader(BitmapFileHeader header);
void printInfoHeader(BitmapInfoHeader header);
```

Название файла: bmp_info.*c*

```
#include <stdio.h>
#include "structs.h"


void printFileHeader(BitmapFileHeader header){
	printf("\tFileHeader\n");
	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 printInfoHeader(BitmapInfoHeader header){
        printf("\tInfoHeader\n");
        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);
}
```

Название файла: copy_area.*h*

```
#pragma once

int check_correct_copy_coordinates(Area *area, File *file);
Rgb **create_cpy_area(Rgb **arr, Area *area);
void free_copy_area(Rgb **arr, Area *area);
int CopyAreaFunc(Rgb **arr, Area *area, File *file);
```

Название файла: copy_area.*c*

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "structs.h"
#include "getopt.h"
```

```
int check_correct_copy_coordinates(Area *area, File *file){
    //checking that all coordinates of the copy area are in pictures
    if ((area->start.x < 0) || (area->start.x > file->W-1) || (area->start.y < 0) || (area->start.y > file->H-1) || (area->end.x < 0) || (area->end.x > file->W-1) || (area->end.y < 0) || (area->end.y > file->H-1)){
        printf("\x1b[31mThe specified area goes beyond the boundaries of the picture (min x = 0, min y = 0, max x = %d, max y = %d)\x1b[0m\n", file->W-1, file->H-1);
        return -1;
    }

    //checking the correctness of the entred coordinates of the left upper corner and right lower corner
    if ((area->start.x > area->end.x) || (area->start.y < area->end.y)){
        printf("\x1b[31mIncorrect coordinates of the left upper corner and the right lower corner (the origin is in the lower left corner)\x1b[0m\n");
        return -1;
    }

    //checking the possibility of inserting a selected area
    if ((area->insert.x < 0) || (area->insert.x > file->W-1) || (area->insert.y < 0) || (area->insert.y > file->H-1) || (area->insert.x + area->w > file->W-1) || (area->insert.y - area->h < 0)){
        printf("\x1b[31mUnable to insert a copied area\x1b[0m\n");
        return -1;
    }

    return 0;
}
```

```
Rgb **create_cpy_area(Rgb **arr, Area *area){
        //seting initial coordinates for copying
        int y_start = area->end.y;
        int x_start = area->start.x;

        //copy area
        Rgb **cpy_arr = malloc(area->h * sizeof(Rgb*));
        if (cpy_arr == NULL){
                printf("\x1b[31mh Unable to allocate memmory for
copy_arr\x1b[0m\n");
                return NULL;
        }

        for(int i = 0; i < area->h; i++){
                cpy_arr[i] = malloc(area->w * sizeof(Rgb));
                if (cpy_arr[i] == NULL){
                        printf("\x1b[31mw Unable to allocate memmory for
copy_arr\x1b[0m\n");
                        return NULL;
                }

                for (int j = 0; j < area->w; j++){
                        cpy_arr[i][j] = arr[y_start+i][x_start+j];
                }
        }

        return cpy_arr;
}
```

```
void free_copy_area(Rgb **arr, Area *area){
	for (int i = 0; i < area->h; i++){
		free(arr[i]);
	}
	free(arr);
}


int CopyAreaFunc(Rgb **arr, Area *area, File *file){
	//checking if all flags are passed
	if (!area->flags[0] || !area->flags[1] || !area->flags[2]){
		printf("\x1b[31mNot all necessary flags for coping were passed\x1b[0m\n");
		return -1;
	}

	//getting the height and width of the copied area
	area->w = abs(area->end.x - area->start.x) + 1;
	area->h = abs(area->start.y - area->end.y) + 1;

	if (check_correct_copy_coordinates(area, file) == -1){
		return -1;
	}

	Rgb **cpy_arr = create_cpy_area(arr, area);

	//checking if the area was copied to an array
	if (cpy_arr == NULL){
```

```
            return -1;
        }

        //setting initial coordinates for pasting
        int y_insert = area->insert.y - area->h + 1;
        int x_insert = area->insert.x;

        //insert area
        for (int i = 0;  i < area->h; i++){
            for (int j = 0; j < area->w; j++){
                arr[y_insert+i][x_insert+j].b = cpy_arr[i][j].b;
                arr[y_insert+i][x_insert+j].g = cpy_arr[i][j].g;
                arr[y_insert+i][x_insert+j].r = cpy_arr[i][j].r;
            }
        }

        //free copy array
        free_copy_area(cpy_arr, area);

        return 0;
}
```

Название файла: draw_common_func.*h*

```
#pragma once

void set_pixel(Rgb *pixel, Rgb *new);
int is_check_color(Rgb *current, Rgb *new);
void draw_rectangle(int x0, int y0, int x1, int y1, Rgb **arr, Rgb *color);
void draw_line(int x0, int y0, int x1, int y1, Rgb **arr, Rgb *color);
```

Название файла: draw_common_func.*c*

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "structs.h"


void set_pixel(Rgb *pixel, Rgb *new){
	pixel->b = new->b;
	pixel->g = new->g;
	pixel->r = new->r;
}


int is_check_color(Rgb *current, Rgb *new){
	if (current->b == new->b && current->g == new->g && current->r == new->r){
		return 1;
	}
	return 0;
}


void draw_rectangle(int x0, int y0, int x1, int y1, Rgb **arr, Rgb *color){
	for (int i = y0; i > y1; i--){
		for (int j = x0; j < x1; j++){
			set_pixel(&arr[i][j], color);
		}
	}
}
```

```
void draw_line(int x0, int y0, int x1, int y1, Rgb **arr, Rgb *color){
    int delta_x = x1 - x0;
    int delta_y = y1 - y0;
    int slope;

    //checking which coordinate to change premanently
    if (abs(delta_y) > abs(delta_x)){
        slope = 1;
    } else{
        slope = -1;
    }

    int dir_y, dir_x;

    //choice to direction of change y
    if (delta_y > 0){
        dir_y = 1;
    } else{
        dir_y = -1;
    }

    //choice to direction of change x
    if (delta_x > 0){
        dir_x = 1;
    } else{
        dir_x = -1;
    }

    int error = 0;
```

```
        int x = x0;
        int y = y0;
        set_pixel(&arr[y][x], color);

        if (slope == -1){
                do{
                        error += delta_y * dir_y;
                        set_pixel(&arr[y][x+dir_x], color);
                        if (error > 0){
                                error -= delta_x * dir_x;
                                y += dir_y;
                        }
                        x += dir_x;
                        set_pixel(&arr[y][x], color);
                } while (x != x1 || y != y1);
        } else{
                do{
                        error += delta_x * dir_x;
                        set_pixel(&arr[y+dir_y][x], color);
                        if (error > 0){
                                error -= delta_y * dir_y;
                                x += dir_x;
                        }
                        y += dir_y;
                        set_pixel(&arr[y][x], color);
                } while (x != x1 || y != y1);
        }
}
```

Название файла: draw_frame.*h*

```
#pragma once

void draw_bg_frame(Frame *frame, Rgb **arr, File *file);
int DrawFrame(Frame *frame, Rgb **arr, File *file);
```

Название файла: draw_frame.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "getopt.h"
#include "structs.h"
#include "draw_frame.h"
#include "draw_common_func.h"
#include "draw_frame_serp.h"
#include "draw_frame_koch.h"
#include "draw_frame_minc.h"


void draw_bg_frame(Frame *frame, Rgb **arr, File *file){
	//definiting borders of the frame
	int up = file->H-1 - frame->width;
	int down = 0 + frame->width;
	int left = 0 + frame->width;
	int right = file->W-1 - frame->width;

	//draw background frame
	for (int i = 0; i < file->H; i++){
		for (int j = 0; j < file->W; j++){
			if (i < down || i > up){
				set_pixel(&arr[i][j], &frame->bg_color);
			}
```

```
                if (j < left || j > right){
                        set_pixel(&arr[i][j], &frame->bg_color);
                }
        }
    }
}


int DrawFrame(Frame *frame, Rgb **arr, File *file){
    //validation of border width value
    if (frame->width > file->W/2 || frame->width > file->H/2 || frame->width <=
0){
        printf("\x1b[31mUnacceptably frame width value\x1b[0m\n");
        return -1;
    }

    //draw background frame
    draw_bg_frame(frame, arr, file);

    //draw pattern
    switch (frame->type){
        case 0:
            draw_frame_serp(frame, arr, file);
            break;

        case 1:
            //checking minimum border
            if (frame->width < 10){
                printf("\x1b[31mPattern number 1 requires a minimum
border width of 10px\x1b[0m\n");
```

```
                return -1;
            }
            draw_frame_koch(frame, arr, file);
            break;

        case 2:
            //checking minimum border
            if (frame->width < 17){
                printf("\x1b[31mPattern number 2 requires a minimum
border width of 17px\x1b[0m\n");
                return -1;
            }
            draw_frame_minc(frame, arr, file);
            break;

        default:
            printf("\x1b[31mIntroduced non-existen frame type\x1b[0m\n");
            return -1;
    }

    return 0;
}
```

Название файла: draw_frame_koch.*h*

```
#pragma once

void draw_koch_curve(double x0, double y0, double x1, double y1, int n, double
angle, Rgb **arr, Rgb *color);
void draw_frame_koch(Frame *frame, Rgb **arr, File *file);
```

Название файла: draw_frame_koch.*c*

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include "structs.h"
#include "draw_common_func.h"


void draw_koch_curve(double x0, double y0, double x1, double y1, int n, double angle, Rgb **arr, Rgb *color){
	if (n == 0){
		//draw line
		draw_line((int)x0, (int)y0, (int)x1, (int)y1, arr, color);
		return;
	}
	//delta
	double delta_x = (x1 - x0)/3;
	double delta_y = (y1 - y0)/3;

	//new coordinates
	double new_x0 = x0 + delta_x;
	double new_y0 = y0 + delta_y;
	double new_x1 = x1 - delta_x;
	double new_y1 = y1 - delta_y;

	//middle
	double mid_x = (delta_x/2) - (delta_y*sin(angle)) + new_x0;
	double mid_y = (delta_y/2) + (delta_x*sin(angle)) + new_y0;

	//recursion
```

```
        draw_koch_curve(x0, y0, new_x0, new_y0, n-1, angle, arr, color);
        draw_koch_curve(new_x0, new_y0, mid_x, mid_y, n-1, angle, arr, color);
        draw_koch_curve(mid_x, mid_y, new_x1, new_y1, n-1, angle, arr, color);
        draw_koch_curve(new_x1, new_y1, x1, y1, n-1, angle, arr, color);

}


void draw_frame_koch(Frame *frame, Rgb **arr, File *file){
        int n = 3;

        //getting the best parameters
        double step_x = 3*(2*frame->width/sqrt(3));
        double step_y = 3*(2*frame->width/sqrt(3));
        int count_x = ceil(file->W/step_x);
        int count_y = ceil(file->H/step_y);

        while (file->W-1 < count_x*step_x){
                step_x -= 0.0001;
        }
        while (file->H-1 < count_y*step_y){
                step_y -= 0.0001;
        }

        double angle = M_PI/3;

        //draw frame Koch
        for (int i = 0; i < count_x; i++){
                //bottom border
```

```
            draw_koch_curve(i*step_x, 0, (1+i)*step_x, 0, n, angle, arr, &frame->edge_color);
            //upper border
            draw_koch_curve(i*step_x, file->H-1, (1+i)*step_x, file->H-1, n, -angle, arr, &frame->edge_color);
        }
        for (int j = 0; j < count_y; j++){
            //left border
            draw_koch_curve(0, j*step_y, 0, (1+j)*step_y, n, -angle, arr, &frame->edge_color);
            //right border
            draw_koch_curve(file->W-1, j*step_y, file->W-1, (1+j)*step_y, n, angle, arr, &frame->edge_color);
        }
}
```

Название файла: draw_frame_minc.*h*

```
#pragma once

void draw_minkovsky_curve(int x0, int y0, int x1, int y1, int n, Rgb **arr, Rgb *color);
void draw_frame_minc(Frame *frame, Rgb **arr, File *file);
```

Название файла: draw_frame_minc.*c*

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "structs.h"
#include "draw_common_func.h"
#include <math.h>
```

```
void draw_minkovsky_curve(int x0, int y0, int x1, int y1, int n, Rgb **arr, Rgb *color){
    if (n == 0){
        //draw line
        draw_line(x0, y0, x1, y1, arr, color);
        return;
    }

    //array of line points
    int x[9];
    int y[9];

    x[0] = x0;
    y[0] = y0;
    x[8] = x1;
    y[8] = y1;

    int delta;

    //slope detection
    if (y0 == y1){
        delta = (x1 - x0)/4;

        //getting new points
        x[1] = x[2] = x[0] + delta;
        x[3] = x[4] = x[5] = x[2] + delta;
        x[6] = x[7] = x[3] + delta;

        y[1] = y[4] = y[7] = y[0];
```

```
            y[2] = y[3] = y[0] - delta;
            y[5] = y[6] = y[0] + delta;

        } else{
            delta = (y1 - y0)/4;

            //getting new points
            y[1] = y[2] = y[0] + delta;
            y[3] = y[4] = y[5] = y[2] + delta;
            y[6] = y[7] = y[3] + delta;

            x[1] = x[4] = x[7] = x[0];
            x[2] = x[3] = x[0] - delta;
            x[5] = x[6] = x[0] + delta;
        }

        //recursive calls of drawing a curve
        for (int i = 0; i < 8; i++) {
            draw_minkovsky_curve(x[i], y[i], x[i+1], y[i+1], n-1, arr, color);
        }
}


void draw_frame_minc(Frame *frame, Rgb **arr, File *file){
        int n = 2;

        //getting the best parameters
        double step_x = frame->width;
        double step_y = frame->width;
        int count_x = ceil(file->W/step_x);
```

```
	int count_y = ceil(file->H/step_y);

	while (file->W-1 < count_x*step_x){
		step_x -= 0.000001;
	}
	while (file->H-1 < count_y*step_y){
		step_y -= 0.000001;
	}

	//draw frame
	for (int i = 0; i < count_x; i++){
		//bottom border
		draw_minkovsky_curve((0+i)*step_x, step_y/2, (1+i)*step_x, step_y/2,
n, arr, &frame->edge_color);
		//upper border
		draw_minkovsky_curve((0+i)*step_x, file->H - step_y/2, (1+i)*step_x,
file->H - step_y/2, n, arr, &frame->edge_color);
	}

	for (int i = 0; i < count_y; i++){
		//right border
		draw_minkovsky_curve(file->W - step_x/2, (0+i)*step_y, file->W -
step_x/2, (1+i)*step_y, n, arr, &frame->edge_color);
		//left border
		draw_minkovsky_curve(step_x/2, (0+i)*step_y, step_x/2, (1+i)*step_y,
n, arr, &frame->edge_color);
	}
}
```

Название файла: draw_frame_serp.*h*

```
#pragma once

void draw_serp(double x0, double y0, double x1, double y1, int n, Rgb **arr, Rgb
*color);
void draw_frame_serp(Frame *frame, Rgb **arr, File *file);
```

Название файла: draw_frame_serp.*c*

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include "structs.h"
#include "draw_common_func.h"


void draw_serp(double x0, double y0, double x1, double y1, int n, Rgb **arr, Rgb
*color){
	if (n > 0){
		//new coordinates
		double new_x0 = 2*x0/3 + x1/3;
		double new_y0 = 2*y0/3 + y1/3;
		double new_x1 = x0/3 + 2*x1/3;
		double new_y1 = y0/3 + 2*y1/3;

		//draw rectangle
		draw_rectangle((int)new_x0, (int)new_y0, (int)new_x1, (int)new_y1, arr,
color);

		//recursion
		draw_serp(x0, y0, new_x0, new_y0, n-1, arr, color);
		draw_serp(new_x0, y0, new_x1, new_y0, n-1, arr, color);
```

```
            draw_serp(new_x1, y0, x1, new_y0, n-1, arr, color);
            draw_serp(x0, new_y0, new_x0, new_y1, n-1, arr, color);
            draw_serp(new_x1, new_y0, x1, new_y1, n-1, arr, color);
            draw_serp(x0, new_y1, new_x0, y1, n-1, arr, color);
            draw_serp(new_x0, new_y1, new_x1, y1, n-1, arr, color);
            draw_serp(new_x1, new_y1, x1, y1, n-1, arr, color);
        }
}


void draw_frame_serp(Frame *frame, Rgb **arr, File *file){
        int n = 4;

        //getting the best parameters
        double step_x = frame->width;
        double step_y = frame->width;
        int count_x = ceil(file->W/step_x);
        int count_y = ceil(file->H/step_y);

        while (file->W-1 < count_x*step_x){
            step_x -= 0.0001;
        }
        while (file->H-1 < count_y*step_y){
            step_y -= 0.0001;
        }

        //draw frame
        for (int i = 0; i < file->W/frame->width; i++){
            //bottom border
```

```
            draw_serp(0+i*step_x, step_y, (i+1)*step_x, 0, n, arr, &frame-
>edge_color);
            //upper border
            draw_serp(file->W - (i+1)*step_x, file->H, file->W - i*step_x, file->H -
step_y, n, arr, &frame->edge_color);
        }
        for (int i = 0; i < file->H/frame->width; i++){
            //left border
            draw_serp(0, file->H - i*step_y, step_x, file->H - (i+1)*step_y, n, arr,
&frame->edge_color);
            //right border
            draw_serp(file->W - step_x, (i+1)*step_y, file->W, i*step_y, n, arr,
&frame->edge_color);
        }
}
```

Название файла: draw_hexagon.*h*

```
#pragma once

void hexagon_flood_fill(int x, int y, Rgb **arr, Rgb *new_color, Rgb
*boarder_color);
void get_hexpoints(int x, int y, int r, Rgb **arr, Point *points_arr);
int transformation(Hexagon *hexagon);
int DrawHexagon(Hexagon *hexagon, Rgb **arr, File *file);
```

Название файла: draw_hexagon.*c*

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include "getopt.h"
```

```
#include "structs.h"
#include "draw_common_func.h"


void hexagon_flood_fill(int x, int y, Rgb **arr, Rgb *new_color, Rgb
*boarder_color){
	set_pixel(&arr[y][x], new_color);

	//checking for boarder color or already filled
	if (!is_check_color(&arr[y][x+1], boarder_color) &&
!is_check_color(&arr[y][x+1], new_color)){
		hexagon_flood_fill(x+1, y, arr, new_color, boarder_color);
	}
	if (!is_check_color(&arr[y][x-1], boarder_color) &&
!is_check_color(&arr[y][x-1], new_color)){
		hexagon_flood_fill(x-1, y, arr, new_color, boarder_color);
	}
	if (!is_check_color(&arr[y+1][x], boarder_color) &&
!is_check_color(&arr[y+1][x], new_color)){
		hexagon_flood_fill(x, y+1, arr, new_color, boarder_color);
	}
	if (!is_check_color(&arr[y-1][x], boarder_color) && !is_check_color(&arr[y-
1][x], new_color)){
		hexagon_flood_fill(x, y-1, arr, new_color, boarder_color);
	}
}


void get_hexpoints(int x, int y, int r, Rgb **arr, Point *points_arr){
	double angle = 0;  //start angle
```

```
        unsigned int n = 6;         //count pick
        for (int i = 0; i < n+1; i++){
                points_arr[i].x = x + r * cos(angle*M_PI/180);
                points_arr[i].y = y + r * sin(angle*M_PI/180);
                angle += 360.0/n;
        }
}


int is_correct_hex_coordinates(Hexagon *hexagon, File *file){
        int H = (hexagon->radius + hexagon->line_width) * sqrt(3) / 2;
        if (hexagon->center.x < 0 || hexagon->center.x > file->W-1 || hexagon-
>center.y < 0 || hexagon->center.y > file->H-1){
                printf("\x1b[31mCenter is not in a picture.\x1b[0m\n");
                return 0;
        }

        if (hexagon->center.x + hexagon->radius + hexagon->line_width > file->W-1
|| hexagon->center.x - hexagon->radius - hexagon->line_width < 0){
                printf("\x1b[31mHexagon is not fit in width.\x1b[0m\n");
                return 0;
        }

        if (hexagon->center.y + H > file->H-1 || hexagon->center.y - H < 0){
                printf("\x1b[31mHexagon is not fit in height.\x1b[0m\n");
                return 0;
        }

        return 1;
}
```

```
int transformation(Hexagon *hexagon){
        //getting the sides of a rectangle
        int a = (hexagon->end.x - hexagon->start.x);
        int b = (hexagon->start.y - hexagon->end.y);

        //check if it's a square
        if (a != b){
                printf("\x1b[31mThese are not square coordinates\x1b[0m\n");
                return -1;
        }

        //conversion to base data
        hexagon->center.x = hexagon->end.x - a/2;
        hexagon->center.y = hexagon->start.y - b/2;
        hexagon->radius = (int)(hexagon->end.x - hexagon->center.x)-hexagon-
>line_width;
}


int DrawHexagon(Hexagon *hexagon, Rgb **arr, File *file){
        //checking if another flags are passed
        if (hexagon->flags[3] && hexagon->flags[4]){
                if (transformation(hexagon) == -1){
                        return -1;
                }
                hexagon->flags[0] = 1;
                hexagon->flags[1] = 1;
                hexagon->flags[3] = 1;
```

```
            hexagon->flags[4] = 1;
        }

        //checking if all flags are passed
        if (!hexagon->flags[0] || !hexagon->flags[1]){
            printf("\x1b[31mNot all necessary flags for draw hexagon were
passed\x1b[0m\n");
            return -1;
        }

        //checking correct coordinates
        if (!is_correct_hex_coordinates(hexagon, file)){
            return -1;
        }

        //checking correct radius
        if (hexagon->radius < 2){
            printf("\x1b[31mRadius too small.\x1b[0m\n");
            return -1;
        }

        //create an array of vertices
        unsigned int count_vertices = 6;
        Point *points_arr = malloc((count_vertices+1)*sizeof(Point));
        if (points_arr == NULL){
            printf("\x1b[31mIt is impossible to allocate memory for an array of
vertices.\x1b[0m\n");
            return -1;
        }
```

```
    //draw hexagon boarder
    for (int j = hexagon->radius; j <= hexagon->radius + hexagon->line_width;
j++){
        get_hexpoints(hexagon->center.x, hexagon->center.y, j, arr,
points_arr);
        for (int i = 0; i < count_vertices; i++){
            draw_line(points_arr[i].x, points_arr[i].y, points_arr[i+1].x,
points_arr[i+1].y, arr, &hexagon->line_color);
        }
    }

    //free array of vertices
    free(points_arr);

    //fill hexagon
    if (hexagon->flags[2]){
        hexagon_flood_fill(hexagon->center.x, hexagon->center.y, arr,
&hexagon->filling_color, &hexagon->line_color);
        hexagon_flood_fill(hexagon->center.x + (hexagon->radius-2), hexagon-
>center.y, arr, &hexagon->filling_color, &hexagon->line_color);
        hexagon_flood_fill(hexagon->center.x - (hexagon->radius-2), hexagon-
>center.y, arr, &hexagon->filling_color, &hexagon->line_color);
        hexagon_flood_fill(hexagon->center.x, hexagon->center.y + (hexagon-
>radius/2), arr, &hexagon->filling_color, &hexagon->line_color);
        hexagon_flood_fill(hexagon->center.x, hexagon->center.y - (hexagon-
>radius/2), arr, &hexagon->filling_color, &hexagon->line_color);
    }

    return 0;
}
```

Название файла: switch_color.*h*

```
#pragma once

int SwitchColorFunc(Rgb **arr, SwitchColor *switch_color, File *file);
```

Название файла: switch_color.*c*

```
#include <stdio.h>
#include "structs.h"
#include "draw_common_func.h"
#include "getopt.h"


int SwitchColorFunc(Rgb **arr, SwitchColor *switch_color, File *file){
        int y = 200;
        int x = 50;
        printf("r = %d g = %d b = %d\n", arr[y][x].r, arr[y][x].g, arr[y][x].b);
        printf("r = %d g = %d b = %d\n", arr[y+300][x].r, arr[y+300][x].g,
arr[y+300][x].b);

        //checking if all flags are passed
        if (!switch_color->flags[0] || !switch_color->flags[1]){
                printf("\x1b[31mNot all necessary flags for switch color were
passed\x1b[0m\n");
                return -1;
        }

        for(int i=0; i<file->H; i++){
                for(int j=0; j<file->W; j++){
                        if (is_check_color(&arr[i][j], &switch_color->old_color)){
```

```
                    set_pixel(&arr[i][j], &switch_color->new_color);
                }
            }
        }

        return 0;
}
```

Название файла: main.*c*

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <getopt.h>
#include "structs.h"
#include "getopt.h"
#include "getopt_files.h"
#include "bmp_info.h"
#include "getopt_copy.h"
#include "getopt_hexagon.h"
#include "getopt_switch_color.h"
#include "getopt_frame.h"
#include "copy_area.h"
#include "switch_color.h"
#include "draw_hexagon.h"
#include "draw_frame.h"
#include "file_processing.h"
#define OUTPUT_FILE_NAME "out.bmp"
```

```
int main(int argc, char *argv[]){

    //start init structs
    Configs config = {0, 0, 0, 0, calloc(50, sizeof(char)), calloc(50, sizeof(char))};
    strcpy(config.output_file, OUTPUT_FILE_NAME);
    Hexagon hexagon = {{0, 0, 0, 0, 0}, {0, 0}, {0, 0}, {0, 0}, 0, 1, {0, 0, 0}};
    SwitchColor switch_color = {{0, 0}, {0, 0, 0}, {0, 0, 0}};
    Area area = {{0, 0, 0}, {0, 0}, {0, 0}, 0, 0,  {0, 0}};
    Frame frame = {0, 20, {255, 255, 255}, {0, 0, 0}};

//_____________________________________________________GETOPT__
_____________________________________________________

    char *opts = "h?i:o:xf:cse";
    struct option LongOpts[]={
     {"help", no_argument, NULL, 'h'},
            {"bmpversion", no_argument, NULL, 0},
     {"bmpinfo", no_argument, NULL, 0},
     {"inputfile", required_argument, NULL, 'i'},
     {"outfile", required_argument, NULL, 'o'},
            {"hexagon", no_argument, NULL, 'x'},
            {"hexstart", required_argument, NULL, 14},
            {"hexend", required_argument, NULL, 15},
            {"center", required_argument, NULL, 1},
            {"radius", required_argument, NULL, 2},
            {"linewidth", required_argument, NULL, 3},
            {"linergb", required_argument, NULL, 4},
     {"fill", required_argument, NULL, 'f'},
     {"copy", no_argument, NULL, 'c'},
            {"start", required_argument, NULL, 5},
```

```
            {"end", required_argument, NULL, 6},
            {"insert", required_argument, NULL, 7},
        {"switchcolor", no_argument, NULL, 's'},
            {"old", required_argument, NULL, 8},
            {"new", required_argument, NULL, 9},
        {"edge", no_argument, NULL, 'e'},
            {"type", required_argument, NULL, 10},
            {"width", required_argument, NULL, 11},
            {"edgergb", required_argument, NULL, 12},
            {"bgrgb", required_argument, NULL, 13},
        { NULL, no_argument, NULL, 0}
        };

        int opt;
    int longIndex;
    opt = getopt_long(argc, argv, opts, LongOpts, &longIndex);

        //checking the launch of the program without flags
        if (opt == -1){
            PrintHelp();
            return 0;
        }

    while(opt!=-1){
        switch(opt){
//_____INPUT_FILENAME_____
                case 'i':
                    if (case_input_file(&config, optarg) == -1){
                        return -1;
```

```
                }
            break;

//_____________________________________________________OUTPUT_
FILENAME_____________________________________________________
        case 'o':
                if (case_output_file(&config, optarg) == -1){
                    return -1;
                }
            break;

//_____________________________________________________HEXAGON
_____________________________________________________________
        case 'x':
                //hexagon
                config.draw_hexagon = 1;
                break;

            case 14:
                //hexstart
                hexagon.flags[3] = 1;
                if (case_hexstart(argc, argv, &optind, &config, &hexagon)
== -1){
                    return -1;
                }
                break;

            case 15:
                //hexend
                hexagon.flags[4] = 1;
```

```
                    if (case_hexend(argc, argv, &optind, &config, &hexagon)
== -1){
                        return -1;
                    }
                    break;

                case 1:
                    //hexcenter
                    hexagon.flags[0] = 1;
                    if (case_hexcenter(argc, argv, &optind, &config,
&hexagon) == -1){
                        return -1;
                    }
                    break;

                case 2:
                    //hexradius
                    hexagon.flags[1] = 1;
                    if (case_hexradius(argc, argv, optarg, &config, &hexagon)
== -1){
                        return -1;
                    }
                    break;

                case 3:
                    //hexline_width
                    if (case_hexline_width(argc, argv, optarg, &config,
&hexagon) == -1){
                        return -1;
                    }
```

```
                break;

            case 4:
                //hexline_color
                if (case_hexline_color(argc, argv, &optind, &config,
&hexagon) == -1){
                    return -1;
                }
                break;

            case 'f':
                //hexfilling
                hexagon.flags[2] = 1;
                if (case_hexfilling(argc, argv, &optind, &config,
&hexagon) == -1){
                    return -1;
                }
                break;
//_____________________________________________________COPY_AR
EA_____________________________________________________

            case 'c':
                //copy
                config.copy_area = 1;
                break;

            case 5:
                //start copy
                area.flags[0] = 1;
```

```
                if (case_start_copy(argc, argv, &optind, &config, &area)
== -1){
                        return -1;
                }
                break;

        case 6:
                //end copy
                area.flags[1] = 1;
                if (case_end_copy(argc, argv, &optind, &config, &area)
== -1){
                        return -1;
                }
                break;

        case 7:
                //insert copy
                area.flags[2] = 1;
                if (case_insert(argc, argv, &optind, &config, &area) == -
1){
                        return -1;
                }
                break;
//_____________________________________________________SWITCH_C
OLOR_____________________________________________________

        case 's':
                //switch color
                config.switch_color = 1;
                break;
```

```
                case 8:
                        //old color
                        switch_color.flags[0] = 1;
                        if (case_old_color(argc, argv, &optind, &config,
&switch_color) == -1){
                                return -1;
                        }
                        break;

                case 9:
                        //new color
                        switch_color.flags[1] = 1;
                        if (case_new_color(argc, argv, &optind, &config,
&switch_color) == -1){
                                return -1;
                        }
                        break;
//_____________________________________________________FRAME___
_____________________________________________________________

                case 'e':
                        //frame
                        config.draw_frame = 1;
                        break;

                case 10:
                        //edge type
                        if (case_edge_type(argc, argv, optarg, &config, &frame)
== -1){
```

```
                return -1;
            }
            break;

        case 11:
            //edge width
            if (case_edge_width(argc, argv, optarg, &config, &frame)
== -1){
                return -1;
            }
            break;

        case 12:
            //edge color
            if (case_edge_color(argc, argv, &optind, &config, &frame)
== -1){
                return -1;
            }
            break;

        case 13:
            //background color
            if (case_bg_color(argc, argv, &optind, &config, &frame)
== -1){
                return -1;
            }
            break;
//_____INFO_____
_____
```

```
                case 0:
                    if (!strcmp(LongOpts[longIndex].name, "bmpversion")){
                        printf("This program supports only 24 bits per pixel
version of bmp file!\n");
                    } else{
                        config.bmp_info = 1;
                    }
                    break;
//_____________________________________________________________HELP____
_____________________________________________________________________
                case 'h':
                case '?':
                    default:
                    PrintHelp();
                     return 0;
            }
            opt = getopt_long(argc, argv, opts, LongOpts, &longIndex);
        }

         //checking multable file
         if (!search_input_file(argc, argv, &optind, &config)){
                no_input_file();
                return -1;
         }
```

```
//_____FILE_PROCESSING_____
        //init file structs
        File file = {malloc(sizeof(BitmapFileHeader)), malloc(sizeof(BitmapInfoHeader)), 0, 0, NULL};
        BitmapFileHeader bmfh;
        BitmapInfoHeader bmih;

        //reading file
        if (read_input_file(&config, &file, &bmfh, &bmih) == -1){
                return -1;
        }

        //headlines recording
        file.bmfh = &bmfh;
        file.bmih = &bmih;

        //checking bmpinfo flag
        if (config.bmp_info){
                printFileHeader(*file.bmfh);
                printInfoHeader(*file.bmih);
                printf("\n");
                //return 0;
        }

        //checking bmp version
        if (file.bmih->bitsPerPixel != 24){
                printf("\x1b[31mThis file %hu bits per pixel\x1b[0m\n", file.bmih->bitsPerPixel);
```

```
            printf("\x1b[31mBut this program supports only 24 bits per pixel version
of bmp file!\x1b[31m\n");
            return -1;
        }


//_____________________________________________________TASK_CO
MPETITION_____________________________________________________
__________
        //tasks
        if (config.copy_area){
            //copy area
            if (CopyAreaFunc(file.arr, &area, &file) == -1){
                return -1;
            }
        }

        if (config.switch_color){
            //switch color
            if (SwitchColorFunc(file.arr, &switch_color, &file) == -1){
                return -1;
            }
        }

        if (config.draw_hexagon){
            //draw hexagon
            if (DrawHexagon(&hexagon, file.arr, &file) == -1){
                return -1;
            }
        }
```

```
        if (config.draw_frame){
                //draw frame
                if (DrawFrame(&frame, file.arr, &file) == -1){
                        return -1;
                }
        }

//_____________________________________________________TOTAL___
_____________________________________________________________

        //writing the resulting file
        if (create_output_file(&config, &file) == -1){
                return -1;
        }

        return 0;
}
```

Название файла: Makefile

```
CC = gcc

all: main.o getopt.o getopt_files.o bmp_info.o getopt_copy.o getopt_hexagon.o
getopt_frame.o getopt_switch_color.o copy_area.o switch_color.o file_processing.o
draw_hexagon.o draw_common_func.o draw_frame_serp.o draw_frame_koch.o
draw_frame_minc.o draw_frame.o
        $(CC) -g -Wall main.o getopt.o getopt_files.o bmp_info.o getopt_copy.o
getopt_hexagon.o getopt_frame.o getopt_switch_color.o copy_area.o switch_color.o
file_processing.o draw_hexagon.o draw_common_func.o draw_frame_serp.o
draw_frame_koch.o draw_frame_minc.o draw_frame.o -o main -lm
```

```
main.o: main.c structs.h getopt.h getopt_files.h bmp_info.h getopt_copy.h
getopt_hexagon.h getopt_frame.h getopt_switch_color.h copy_area.h switch_color.h
	$(CC) -c main.c

getopt_hexagon.o: getopt_hexagon.c getopt.h structs.h
	$(CC) -c getopt_hexagon.c

getopt_switch_color.o: getopt_switch_color.c getopt.h structs.h
	$(CC) -c getopt_switch_color.c

geopt_copy.o: getopt_copy.c getopt.h structs.h
	$(CC) -c getopt_copy.c

getopt_frame.o: getopt_frame.c getopt.h structs.h
	$(CC) -c getopt_frame.c

getopt_files.o: getopt_files.c getopt.h structs.h
	$(CC) -c getopt_files.c

bmp_info.o: bmp_info.c structs.h
	$(CC) -c bmp_info.c

file_processing.o: file_processing.c structs.h
	$(CC) -c file_processing.c

copy_area.o: copy_area.c structs.h getopt.h
	$(CC) -c copy_area.c

switch_color.o: switch_color.c draw_common_func.h structs.h
	$(CC) -c switch_color.c
```

```
draw_hexagon.o: draw_hexagon.c draw_common_func.h structs.h getopt.h
	$(CC) -c draw_hexagon.c

draw_frame.o: draw_frame.c draw_common_func.h draw_frame_serp.h structs.h
getopt.h
	$(CC) -c draw_frame.c

draw_frame_serp.o: draw_frame_serp.c draw_common_func.h structs.h
	$(CC) -c draw_frame_serp.c

draw_frame_koch.o: draw_frame_koch.c draw_common_func.h structs.h
	$(CC) -c draw_frame_koch.c

draw_frame_minc.o: draw_frame_minc.c structs.h
	$(CC) -c draw_frame_minc.c

draw_common_func.o: draw_common_func.c structs.h
	$(CC) -c draw_common_func.c

getopt.o: getopt.c structs.h
	$(CC) -c getopt.c

clean:
	rm -r *.o
```