МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
Кафедра МОЭВМ

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Программирование»

ТЕМА: СОЗДАНИЕ ПРОГРАММ В СИ

Студент гр. 3341 _____ Анисимов Д.А.

Преподаватель _____ Глазунов С.А.

Санкт-Петербург
2024

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Студент Анисимов Д.А.

Группа 3341

Тема работы: Обработка изображений

Дата выдачи задания: 18.03.2024

Дата сдачи реферата: 21.05.2024

Дата защиты реферата: 29.05.2024

Студент _____ Анисимов Д.А.

Преподаватель _____ Глазунов С.А.

Исходные данные

Вариант 3.1

Программа **обязательно должна иметь CLI** (опционально дополнительное использование GUI). Более подробно тут: **http://se.moevm.info/doku.php/courses:programming:rules_extra_kurs**

Программа должна реализовывать весь следующий функционал по обработке bmp-файла

Общие сведения

- 24 бита на цвет
- без сжатия
- файл 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 иметь следующую функции по обработке изображений:

- Заменяет все пиксели одного заданного цвета на другой цвет. Флаг для выполнения данной операции: `--color_replace`. Функционал определяется:
  - Цвет, который требуется заменить. Флаг `--old_color` (цвет задаётся строкой `rrr.ggg.bbb`, где rrr/ggg/bbb – числа, задающие цветовую компоненту. пример `--old_color 255.0.0` задаёт красный цвет)
  - Цвет на который требуется заменить. Флаг `--new_color` (работает аналогично флагу `--old_color`)
- Установить все компоненты пикселя как максимальную из них. Флаг для выполнения данной операции: `--component_max`. Т.е. если пиксель имеет цвет (100, 150, 200), то после применения операции цвет будет (200, 200, 200)

АННОТАЦИЯ

Курсовой проект по варианту 3.1 включает в себя разработку программы с CLI, способной обрабатывать BMP-изображения. Программа должна поддерживать работу с несжатыми BMP-файлами, проверять соответствие файла формату BMP и завершать работу с ошибкой в случае несоответствия. Все поля стандартных BMP-заголовков в выходном файле должны соответствовать значениям входного файла, за исключением тех, которые подлежат изменению.

Функционал программы включает:

Заменяет все пиксели одного заданного цвета на другой цвет (--color_replace) (--old_color) (--new_color).

Установить все компоненты пикселя как минимальную из них. Флаг для выполнения данной операции: (--component_min).

Программа завершает работу после выполнения одного из действий, выбранных пользователем.

Исходный код программы: Приложение А.

Тестирование и демонстрация работы программы: Приложение Б.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной работы является создание программы для обработки PNG-изображений с использованием командной строки (CLI). Программа должна будет обеспечивать проверку соответствия файлов формату BMP.

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

Изучение формата BMP.

Разработка CLI для взаимодействия с пользователем и обработки команд.

Реализация функций для обработки изображений, включая:

Замена параметров RGB у пикселя.

Обеспечение проверки BMP-формата и корректной обработки ошибок.

Реализация выравнивания данных в файле и сохранение стандартных значений BMP-заголовков.

Тестирование программы на различных входных данных.

Программа должна быть удобной в использовании, с четко определенными функциями и параметрами для обработки изображений. Все операции должны быть реализованы в виде отдельных функций, что облегчит тестирование и дальнейшее расширение функционала программы.

ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1.1. Структуры данных и функции

Структуры:

struct BitmapFileHeader: структура для хранения данных из Header файла BMP.

struct BitmapInfoHeader: стркутура для хранения информации о BMP файле.

struct Rgb: структура для хранения информации о цвете пискля.

struct Rgb_i: структура для хранения информации о цветах которые подаются на вход в программу.

Функции:

*Rgb** read_bmp(char file_name[], BitmapFileHeader *bmfh, BitmapInfoHeader *bmif):* Функция для считывания картинки и сохранения ее в массив пикселей.

*void write_bmp(char file_name[], Rgb **arr, int H, int W, BitmapFileHeader bmfh, BitmapInfoHeader bmif)*: Функция для создания и записи обработанного BMP файла.

*void color_replace(unsigned char *a, unsigned char *b, unsigned char *c, unsigned char d, unsigned char f, unsigned char s, unsigned char i, unsigned char g, unsigned char p):* Функция для замены одного выбранного цвета на другой выбранный цвет.

void help(): Вывод справки;

*void max_color(unsigned char *a, unsigned char *b, unsigned char *c)*: Функция для установки всех компонентов пикселя как максимального из них.

void printFileHeader(BitmapFileHeader header) и void printInfoHeader(BitmapInfoHeader header): Функции для вывода информации о bmp файле.

int main: В функции main, используются все выше описанные функции и идет работа с CLI через библиотеку “getopt.h”.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана программа на языке программирования Си, обрабатывающая BMP изображения и имеющая CLI. В ходе выполнения работы было изучено устройство BMP файлов; изучены методы считывание и записи файлов; получены навыки обработки изображений;

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: main.c

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

#pragma pack(push, 1)

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

typedef struct
{
    unsigned int headerSize;
    unsigned int width;
    unsigned int height;
    unsigned short planes;
    unsigned short bitsPerPixel;
    unsigned int compression;
    unsigned int imageSize;
    unsigned int xPixelsPerMeter;
    unsigned int yPixelsPerMeter;
    unsigned int colorsInColorTable;
    unsigned int importantColorCount;
} BitmapInfoHeader;

typedef struct
{
    unsigned char b;
```

```
        unsigned char g;
        unsigned char r;
    } Rgb;
    typedef struct
    {
        int b;
        int g;
        int r;
    } Rgb_i;

    #pragma pack(pop)

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

    void printInfoHeader(BitmapInfoHeader header) {
        printf("headerSize:\t%x      (%u)\n",      header.headerSize,
header.headerSize);
        printf("width:     \t%x (%u)\n", header.width, header.width);
        printf("height:   \t%x (%u)\n", header.height, header.height);
        printf("planes:             \t%x   (%hu)\n",   header.planes,
header.planes);
        printf("bitsPerPixel:\t%x    (%hu)\n",    header.bitsPerPixel,
header.bitsPerPixel);
        printf("compression:\t%x     (%u)\n",     header.compression,
header.compression);
        printf("imageSize:\t%x       (%u)\n",       header.imageSize,
header.imageSize);
        printf("xPixelsPerMeter:\t%x (%u)\n", header.xPixelsPerMeter,
```

```
                header.xPixelsPerMeter);
        printf("yPixelsPerMeter:\t%x (%u)\n", header.yPixelsPerMeter,
                header.yPixelsPerMeter);
        printf("colorsInColorTable:\t%x                        (%u)\n",
header.colorsInColorTable,
                header.colorsInColorTable);
        printf("importantColorCount:\t%x                       (%u)\n",
header.importantColorCount,
                header.importantColorCount);
    }

    unsigned int padding(unsigned int w) { return (4 - (w *
sizeof(Rgb)) % 4) % 4; }

    unsigned int row_len(unsigned int w) { return w * sizeof(Rgb) +
padding(w); }

    Rgb **read_bmp(char file_name[], BitmapFileHeader *bmfh,
BitmapInfoHeader *bmif) {
        FILE *f = fopen(file_name, "rb");
        fread(bmfh, 1, sizeof(BitmapFileHeader), f);
        fread(bmif, 1, sizeof(BitmapInfoHeader), f);
        unsigned int H = bmif->height;
        unsigned int W = bmif->width;
        Rgb **arr = malloc(H * sizeof(Rgb *));
        for (int i = 0; i < H; i++) {
            arr[i] = malloc(row_len(W));
            fread(arr[i], 1, row_len(W), f);
        }
        fclose(f);
        return arr;
    }

    void write_bmp(char file_name[], Rgb **arr, int H, int W,
BitmapFileHeader bmfh, BitmapInfoHeader bmif) {
        FILE *ff = fopen(file_name, "wb");
        fwrite(&bmfh, 1, sizeof(BitmapFileHeader), ff);
        fwrite(&bmif, 1, sizeof(BitmapInfoHeader), ff);
        for (int i = 0; i < H; i++) {
```

```
            fwrite(arr[i], 1, row_len(W), ff);
        }
        fclose(ff);
    }
    void color_replace(unsigned char *a, unsigned char *b, unsigned char *c, unsigned char d, unsigned char f, unsigned char s, unsigned char i, unsigned char g, unsigned char p) {
        if (*a == d && *b == f && *c == s) {
            *a = i;
            *b = g;
            *c = p;
        }
    }

    void max_color(unsigned char *a, unsigned char *b, unsigned char *c) {
        if (*a >= *b && *a >= *c) {
            char t = *a;
            *b = t;
            *c = t;
        } else if (*b >= *a && *b >= *c) {
            char t = *b;
            *c = t;
            *a = t;
        } else {
            char t = *c;
            *a = t;
            *b = t;
        }
    }

    void help() {
        printf("-h, -helh Выводит справку.\n--info Печатает информацию об изображении и завершает работу.\n-i, --input Задаёт имя входного изображения.\n-o, --output Задаёт имя выходного изображения.\n");
        printf("--color_replace Заменяет все пиксели одного заданного цвета на другой цвет.");
```

```
        printf("Функционал определяется: \nЦвет, который требуется заменить. Флаг `--old_color` (цвет задаётся строкой `rrr.ggg.bbb`, где rrr/ggg/bbb – числа, задающие цветовую компоненту.\n");
        printf("Цвет на который требуется заменить. Флаг `--new_color` (работает аналогично флагу `--old_color`)");
        printf("\n--component_max  Установить все компоненты пикселя как максимальную из них. Т.е. если пиксель имеет цвет (100, 150, 200), то после применения операции цвет будет (200, 200, 200).");
        exit(0);
    }

    int main(int argc, char *argv[]) {
        char *output = NULL;
        char *input = NULL;
        char comand = 0;
        char *old_col = NULL;
        char *new_col = NULL;
        printf("Course work for option 3.1, created by Dmitrii Anisimov.\n");
        const struct option long_options[] = {
            {"help", no_argument, NULL, 'h'},
            {"info", no_argument, NULL, 0},
            {"output", required_argument, NULL, 'o'},
            {"color_replace", no_argument, NULL, 0},
            {"old_color", required_argument, NULL, 0},
            {"new_color", required_argument, NULL, 0},
            {"component_max", no_argument, NULL, 0},
            {"input", required_argument, NULL, 'i'},
            {NULL, 0, NULL, 0}};
        int code;
        int option_index;
        while ((code = getopt_long(argc, argv, "ho:i:", long_options, &option_index)) != -1) {
            switch (code) {
                case 'h':
                    help();
                    exit(0);
                    break;
                case 'o': {
```

```
                    output = optarg;
                    break;
                };
                case 'i': {
                    input = optarg;
                    break;
                };

                case 0: {
                    const          char          *opt_name          =
long_options[option_index].name;
                    if (strcmp(opt_name, "info") == 0) {
                        if (comand == 0)
                            comand = 'i';
                        else
                            exit(46);
                    } else if (strcmp(opt_name, "color_replace") == 0)
{
                        if (comand == 0)
                            comand = 'r';
                        else
                            exit(46);
                    } else if (strcmp(opt_name, "component_max") == 0)
{
                        if (comand == 0)
                            comand = 'm';
                        else
                            exit(46);
                    } else if (strcmp(opt_name, "old_color") == 0) {
                        old_col = optarg;
                    } else if (strcmp(opt_name, "new_color") == 0) {
                        new_col = optarg;
                    }
                    break;
                }
                default: {
                    exit(41);
                    break;
                };
```

```
            };
        };
        if (output == NULL)
            output = "out.bmp";
        if (input == NULL) {
            if (argc > optind && (optind + 1 == argc))
                input = argv[optind];
            else if (argc > optind) {
                printf("no file name entered\n");
                exit(41);
            }
        }
        if (strcmp(output, input) == 0) {
            exit(43);
        }
        Rgb_i old, new;
        if (old_col == NULL && comand == 'r') {
            printf("missing color\n");
            exit(47);
        } else if (comand == 'r') {
            if (sscanf(old_col, "%d.%d.%d", &old.r, &old.g, &old.b) !=
3) {
                printf("color error1\n");
                exit(47);
            }
            if (old.r < 0 || old.r > 255 || old.g < 0 || old.g > 255
|| old.b < 0 || old.b > 255) {
                printf("color error2\n");
                exit(47);
            }
        }
        if (new_col == NULL && comand == 'r') {
            printf("missing color\n");
            exit(47);
        } else if (comand == 'r') {
            if (sscanf(new_col, "%d.%d.%d", &new.r, &new.g, &new.b) !=
3) {
                printf("color error3\n");
                exit(47);
```

```
            }
            if (new.r < 0 || new.r > 255 || new.g < 0 || new.g > 255
|| new.b < 0 || new.b > 255) {
                printf("color error4\n");
                exit(47);
            }
        }
        if (comand == 0)
            help();
        BitmapFileHeader bmfh;
        BitmapInfoHeader bmif;
        Rgb **arr = read_bmp(input, &bmfh, &bmif);
        if (bmfh.signature != 0x4d42) {
            printf("xnjn-yt nfr ");
            exit(48);
        }
        if (bmif.headerSize != 40) {
            printf("unsuported bmp version");
            exit(49);
        }
        if (bmif.bitsPerPixel != 24) {
            exit(49);
        }
        if (comand == 'i') {
            printFileHeader(bmfh);
            printInfoHeader(bmif);
            exit(0);
        }
        unsigned int H = bmif.height;
        unsigned int W = bmif.width;

        if (comand == 'r') {
            for (int i = 0; i < H; i++) {
                for (int j = 0; j < W; j++)
                    color_replace(&arr[i][j].r,          &arr[i][j].g,
&arr[i][j].b, old.r, old.g, old.b, new.r, new.g, new.b);
            }
        } else if (comand == 'm') {
            for (int i = 0; i < H; i++) {
```

```
                for (int j = 0; j < W; j++) {
                    max_color(&arr[i][j].r,              &arr[i][j].g,
&arr[i][j].b);
                }
            }
        }
        write_bmp(output, arr, bmif.height, bmif.width, bmfh, bmif);
        printf("\n");

        return 0;
    }
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ДЕМОНСТРАЦИЯ РАБОТЫ ПРОГРАММЫ

./a.out --color_replace --old_color 0.0.0 --new_color 0.200.0 files.bmp

Красные тона:		
IndianRed	#CD5C5C	205, 92, 92
LightCoral	#F08080	240, 128, 128
Salmon	#FA8072	250, 128, 114
DarkSalmon	#E9967A	233, 150, 122
LightSalmon	#FFA07A	255, 160, 122
Crimson	#DC143C	220, 20, 60
Red	#FF0000	255, 0, 0
FireBrick	#B22222	178, 34, 34
DarkRed	#8B0000	139, 0, 0
Розовые тона:		
Pink	#FFC0CB	255, 192, 203
LightPink	#FFB6C1	255, 182, 193
HotPink	#FF69B4	255, 105, 180
DeepPink	#FF1493	255, 20, 147
MediumVioletRed	#C71585	199, 21, 133
PaleVioletRed	#DB7093	219, 112, 147
Оранжевые тона:		
LightSalmon	#FFA07A	255, 160, 122
Coral	#FF7F50	255, 127, 80
Tomato	#FF6347	255, 99, 71
OrangeRed	#FF4500	255, 69, 0
DarkOrange	#FF8C00	255, 140, 0
Orange	#FFA500	255, 165, 0

Зелёные тона:		
GreenYellow	#ADFF2F	173, 255, 47
Chartreuse	#7FFF00	127, 255, 0
LawnGreen	#7CFC00	124, 252, 0
Lime	#00FF00	0, 255, 0
LimeGreen	#32CD32	50, 205, 50
PaleGreen	#98FB98	152, 251, 152
LightGreen	#90EE90	144, 238, 144
MediumSpringGreen	#00FA9A	0, 250, 154
SpringGreen	#00FF7F	0, 255, 127
MediumSeaGreen	#3CB371	60, 179, 113
SeaGreen	#2E8B57	46, 139, 87
ForestGreen	#228B22	34, 139, 34
Green	#008000	0, 128, 0
DarkGreen	#006400	0, 100, 0
YellowGreen	#9ACD32	154, 205, 50
OliveDrab	#6B8E23	107, 142, 35
Olive	#808000	128, 128, 0
DarkOliveGreen	#556B2F	85, 107, 47
MediumAquamarine	#66CDAA	102, 205, 170
DarkSeaGreen	#8FBC8F	143, 188, 143
LightSeaGreen	#20B2AA	32, 178, 170
DarkCyan	#008B8B	0, 139, 139
Teal	#008080	0, 128, 128

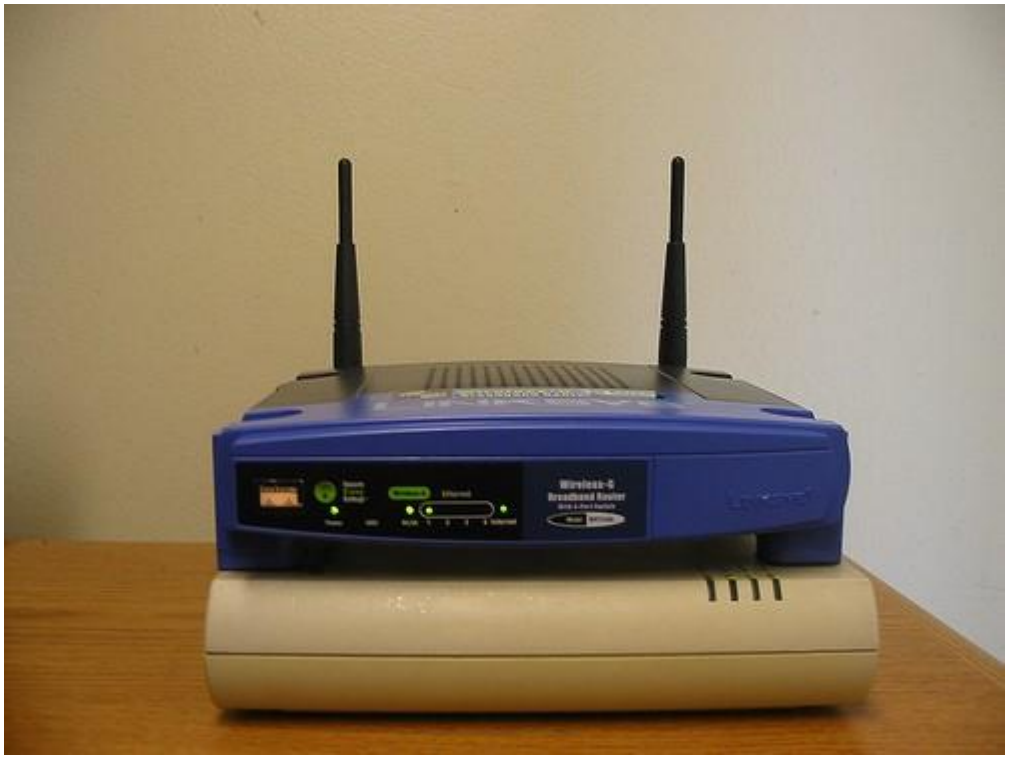
Красные тона:		
IndianRed	#CD5C5C	205, 92, 92
LightCoral	#F08080	240, 128, 128
Salmon	#FA8072	250, 128, 114
DarkSalmon	#E9967A	233, 150, 122
LightSalmon	#FFA07A	255, 160, 122
Crimson	#DC143C	220, 20, 60
Red	#FF0000	255, 0, 0
FireBrick	#B22222	178, 34, 34
DarkRed	#8B0000	139, 0, 0
Розовые тона:		
Pink	#FFC0CB	255, 192, 203
LightPink	#FFB6C1	255, 182, 193
HotPink	#FF69B4	255, 105, 180
DeepPink	#FF1493	255, 20, 147
MediumVioletRed	#C71585	199, 21, 133
PaleVioletRed	#DB7093	219, 112, 147
Оранжевые тона:		
LightSalmon	#FFA07A	255, 160, 122
Coral	#FF7F50	255, 127, 80
Tomato	#FF6347	255, 99, 71
OrangeRed	#FF4500	255, 69, 0
DarkOrange	#FF8C00	255, 140, 0
Orange	#FFA500	255, 165, 0

Зелёные тона:		
GreenYellow	#ADFF2F	173, 255, 47
Chartreuse	#7FFF00	127, 255, 0
LawnGreen	#7CFC00	124, 252, 0
Lime	#00FF00	0, 255, 0
LimeGreen	#32CD32	50, 205, 50
PaleGreen	#98FB98	152, 251, 152
LightGreen	#90EE90	144, 238, 144
MediumSpringGreen	#00FA9A	0, 250, 154
SpringGreen	#00FF7F	0, 255, 127
MediumSeaGreen	#3CB371	60, 179, 113
SeaGreen	#2E8B57	46, 139, 87
ForestGreen	#228B22	34, 139, 34
Green	#008000	0, 128, 0
DarkGreen	#006400	0, 100, 0
YellowGreen	#9ACD32	154, 205, 50
OliveDrab	#6B8E23	107, 142, 35
Olive	#808000	128, 128, 0
DarkOliveGreen	#556B2F	85, 107, 47
MediumAquamarine	#66CDAA	102, 205, 170
DarkSeaGreen	#8FBC8F	143, 188, 143
LightSeaGreen	#20B2AA	32, 178, 170
DarkCyan	#008B8B	0, 139, 139
Teal	#008080	0, 128, 128

./a.out –h

```
tue85@asus-anisimov:/mnt/d/Anisimov_Dmitrii_cw/src$ ./a.out -h
Course work for option 3.1, created by Dmitrii Anisimov.
-h, -helh  Выводит справку.
--info  Печатает информацию об изображении и завершает работу.
-i, --input  Задаёт имя входного изображения.
-o, --output  Задаёт имя выходного изображения.
--color_replace  Заменяет все пиксели одного заданного цвета на другой цвет.Функционал определяется:
Цвет, который требуется заменить. Флаг `--old_color` (цвет задаётся строкой `rrr.ggg.bbb`, где rrr/ggg/bbb – числа, задающие цв
етовую компоненту.
Цвет на который требуется заменить. Флаг `--new_color` (работает аналогично флагу `--old_color`)
--component_max  Установить все компоненты пикселя как максимальную из них. Т.е. если пиксель имеет цвет (100, 150, 200),
tue85@asus-anisimov:/mnt/d/Anisimov_Dmitrii_cw/src$
```

./a.out –component_max file.bmp



./a.out –info file.bmp

```
tue85@asus-anisimov:/mnt/d/Anisimov_Dmitrii_cw/src$ ./a.out --info file.bmp
Course work for option 3.1, created by Dmitrii Anisimov.
signature:      4d42 (19778)
filesize:       8957a (562554)
reserved1:      0 (0)
reserved2:      0 (0)
pixelArrOffset: 36 (54)
headerSize:     28 (40)
width:          1f4 (500)
height:         177 (375)
planes:         1 (1)
bitsPerPixel:   18 (24)
compression:    0 (0)
imageSize:      0 (0)
xPixelsPerMeter:        ec4 (3780)
yPixelsPerMeter:        ec4 (3780)
colorsInColorTable:     0 (0)
importantColorCount:    0 (0)
```