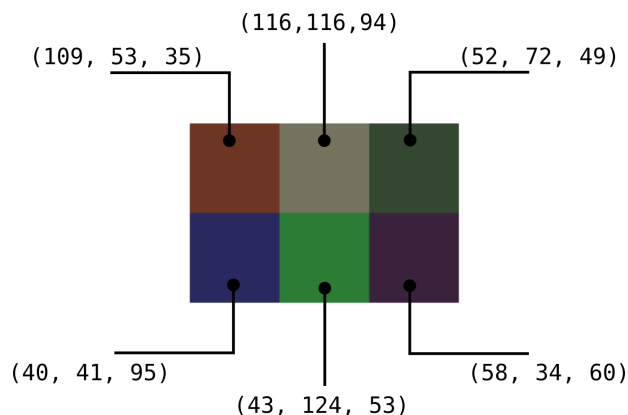


## Работа с изображениями .ppm. Текстовый и бинарный форматы.



ppm - это простейший формат для хранения изображений. В отличие от других, более продвинутых форматов (например jpg или png), он не использует никаких хитрых алгоритмов сжатия, а просто хранит RGB значения каждого пикселя. Представленное выше крохотное изображение (3 на 2 пикселя) может быть представлено в формате ppm двумя эквивалентными способами - текстовом и бинарном:

### Текстовый формат:

```
P3
3 2
255
109 53 35 116 116 94 52 72 49
40 41 95 43 124 53 58 34 60
```

### Бинарный формат:

```
P6
3 2
255
m5#tt^4H1()_|5:"<
```

### Побайтовое представление файлов:

```
50 33 0a 33 20 32 0a 32 35 35 0a 31 30
39 20 35 33 20 33 35 20 0a 31 31 36 20
31 31 36 20 39 34 20 0a 35 32 20 37 32
20 34 39 0a 34 30 20 34 31 20 39 35 20
0a 34 33 20 31 32 34 20 35 33 20 0a 35
38 20 33 34 20 36 30
```

```
50 36 0a 33 20 32 0a 32 35 35 0a 6d 35
23 74 74 5e 34 48 31 28 29 5f 2b 7c 35
3a 22 3c
```

```
FILE* file = fopen("example.ppm", "w");
fprintf(file, "P3\n3 2\n255\n");
for (int i = 0; i < 6; i++)
{
    fprintf(file, "%d %d %d", data[i].r,
            data[i].g, data[i].b);
}
fclose(file);
```

```
FILE* = fopen("example.ppm", "wb");
fprintf(file, "P6\n3 2\n255\n");
fwrite(data, 3, 6, file);
fclose(file);
```

Где data - массив из структур, содежащих три поля (r, g и b) типа unsigned char.

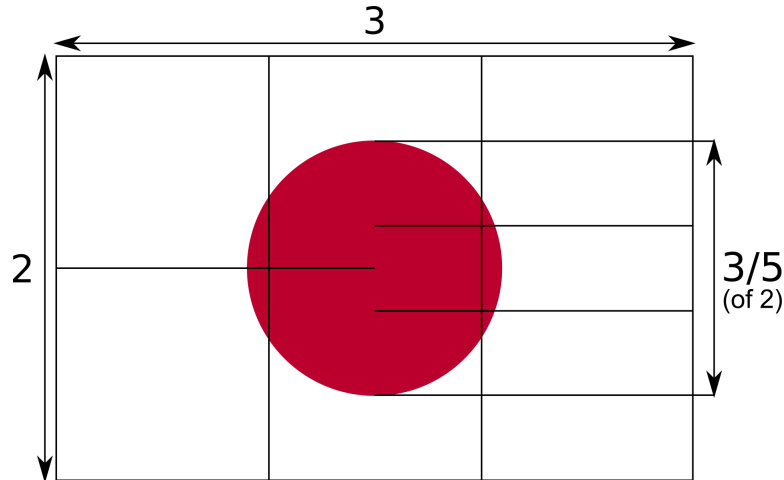
Для справки - коды ASCII нужных символов:

Символ	ASCII-код	ASCII-код в 16-ричной системе	Символ	ASCII-код	ASCII-код в 16-ричной системе
P	80	50	0	48	30
пробел	32	20	1	49	31
\n	10	0a	2	50	32
m	109	6d	3	51	33
#	35	23	4	52	34
t	116	74	5	53	35

В этих задачах вам понадобится программа для просмотра изображений в формате `ppm`. Если у вас нет программы, которая поддерживает этот формат на компьютере, то советую использовать IrfanView: [www.irfanview.com](http://www.irfanview.com)

## Рисование в файл изображения

- **Флаг:** В файле `flag.c` содержится пример работы создания изображения в формате `.ppm` в программе. Напишите программу, которая будет рисовать флаг Японии. Изображение должно иметь размер 600 на 400 пикселей. Компоненты белого цвета: (255, 255, 255). Компоненты красного цвета: (190, 0, 41).



- **Случайные круги:**
  - Напишите функцию `void draw_circle(Color* data, int width, int height, int x0, int y0, int r, Color c)` которая будет рисовать круг на холсте `data` с центром в точке  $(x_0, y_0)$ , радиусом `r` и цветом `c`.
  - Напишите программу, которая будет рисовать `n` кругов случайного цвета, расположения. Радиус тоже выбирается случайный в диапазоне от `a` до `b`. Параметры `n`, `a` и `b` передаются через аргументы командной строки. Программа должна создавать изображение `circles.ppm`.
- **Функция двух переменных:** Напишите программу, которая будет рисовать значения функции двух переменных  $f(x, y)$  в области  $[-1, 1] \times [-1, 1]$ . Значения функции должны сохраняться в изображении размером 500 на 500 пикселей. К примеру, пиксель с координатами (250, 250) должен хранить значение функции в точке (0, 0), а пиксель (0, 400) - значение в точке  $(-1, 0.6)$ . Учтите, что значения пикселей изображения должны лежать в интервале от 0 до 255. Постройте изображения следующих функций:
  1.  $f(x, y) = k \cdot |x \cdot y|$
  2.  $f(x, y) = k \cdot |x^2 + y^2 - 1|$
  3.  $f(x, y) = k \cdot |x^3 + y^2 - 1|$
  4.  $f(x, y) = k \cdot |\cos(10x) \cdot \sin(10y)|$
  5.  $f(x, y) = k \cdot |\sin(10 \cdot (y^2 + x))|$

Параметр  $k = 200$  подбирается таким образом, чтобы картинку было хорошо видно.

## Обработка изображений

В файле `brightness.c` содержится программа, которая увеличивает яркость изображения. Используйте её как пример для решения следующих задач. Компиляция и запуск этой программы осуществляется следующим образом:

```
gcc -std=c99 -o brighter brightness.c
./brighter images/emir.ppm 50
```

- **Черно-белое изображение:** Написать программу, которая принимает на вход файл изображения, считывает его и превращает в чёрно-белое изображение и записывает в файл `result.ppm`. Название изображения должно передаваться через аргументы командной строки.
- **Перестановка цветов:** Написать программу, которая переставляет местами красную и синию компоненты цвета. Применить её на файле `emir.ppm`.
- **Сепия:** Написать программу, которая будет применять к изображению эффект сепии.

Формулы для эффекта сепии:

$$r_{new} = 0.393 \cdot r + 0.769 \cdot g + 0.189 \cdot b$$

$$g_{new} = 0.349 \cdot r + 0.686 \cdot g + 0.168 \cdot b$$

$$b_{new} = 0.272 \cdot r + 0.534 \cdot g + 0.131 \cdot b$$

Если какое-то из этих значение станет большим, чем 255, то его нужно приравнять к 255.



- **Отражение:** Напишите программу, которая зеркально отражает изображение по вертикали (относительно горизонтальной прямой).
- **Свёртка изображения. Размытие.** Операция свёртки изображения задаётся следующей формулой:

$$data_{new}[i, j] = \sum_{p=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 K[p+1, q+1] \cdot data[i+p, j+q]$$

, где  $K$  - некоторая матрица 3 на 3. Для размытия эта матрица равна:

$$K = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Подробнее о свёртке можно посмотреть тут: [www.youtube.com/watch?v=C\\_zFhWdM4ic](http://www.youtube.com/watch?v=C_zFhWdM4ic)

Напишите программу, которая будет размывать изображение.

- **Нахождение границ:** Для нахождения вертикальных или горизонтальных границ на изображении, сначала нужно превратить это изображение в черно-белое, а затем применить свёртку со следующей матрицей:

$$K_1 = \frac{1}{k} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$K_2 = \frac{1}{k} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

Параметр  $k$  настраивается. Обычно  $k \approx 50$ .

Изображение, содержащее все границы находится применением оператора  $K = \sqrt{K_1^2 + K_2^2}$ .

- **Консольный графический редактор:** Объедините все решения предыдущих задач в одну. Выбор эффекта должен задаваться с помощью аргументов командной строки. Например с опцией `--blur` программа должна размывать изображение, а с опцией `--sepia` - применять эффект сепии.

Подсказка: для сравнения строк используйте функцию `strcmp` из библиотеки `string.h`.