ZÁKLADY POČÍTAČOVÉ GRAFIKY

Redukce barevného prostoru - cvičení 1

Michal Vlnas

Brno University of Technology, Faculty of Information Technology
Božetěchova 1/2, 612 66 Brno - Královo Pole
ivlnas@fit.vutbr.cz

Obsah

- Organizace cvičení
- Seznámení s kostrou aplikace používanou v IZG
- Redukce barevného prostoru
- Samostatná práce

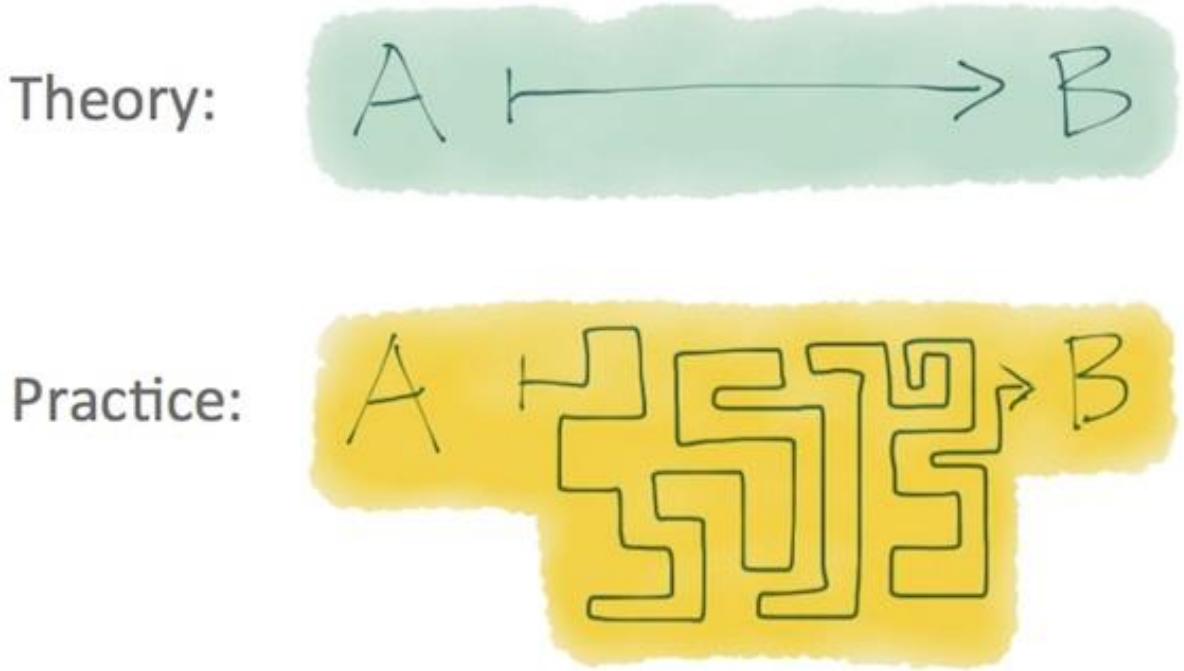
```
1. putPixel()              - 0.25 bodu
2. getPixel()              - 0.25 bodu
3. greyScale()             - 0.50 bodu
4. orderedDithering()      - 1.00 bod
5. errorDistribution()     - 1.00 bod
```

- **6 témat po dvou týdnech:**
  - Redukce barevného prostoru
  - Generování základních objektů v rastru
  - Vyplňování uzavřených objektů ve 2D
  - Zobrazování 2D křivek v rastru
  - 3D Transformace
  - Zobrazování 3D scény a základy OpenGL

- Každé cvičení úkol za 3 body

- **Průběh cvičení:**
  - Výklad a společná práce
  - Samostatná bodovaná práce

- Prakticky si vyzkoušet a ověřit znalosti získané na přednáškách

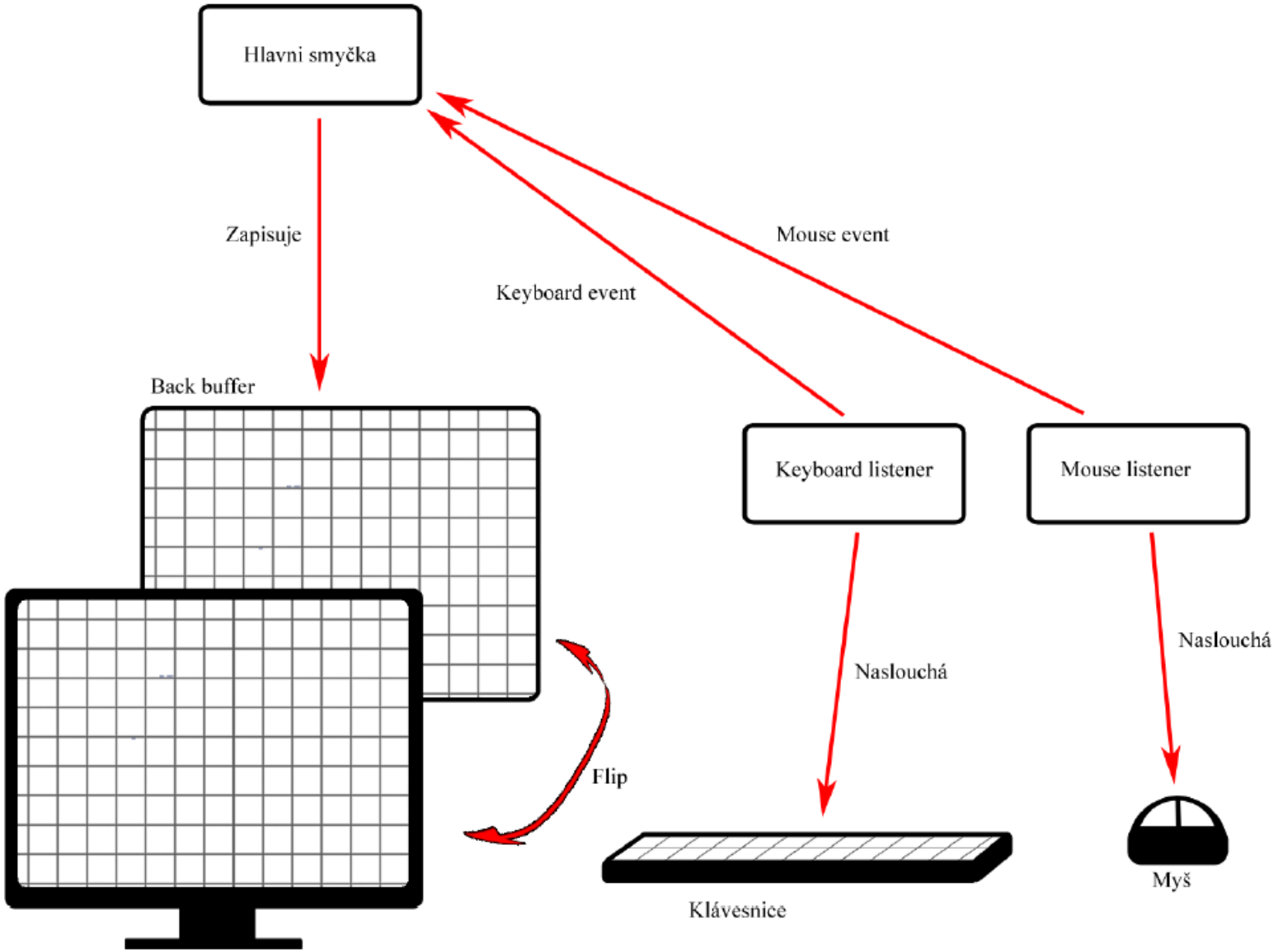


- Implementace v jazyce C
- Použití knihovny **SDL** (verze 1.2.15)
  - http://www.libsdl.org/
  - Knihovna pro multiplatformní programování médií (zvuk, grafika, vstupní zařízení) s HW akcelerací
  - Dostupné tutoriály
- Globální stavové proměnné

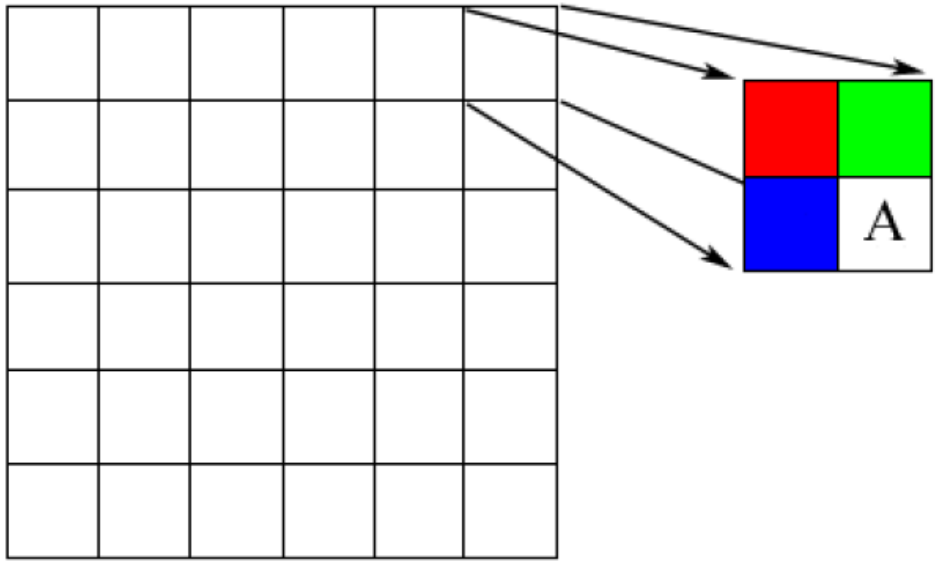
- Implementace úkolu **pouze** v souboru „student.c“

- **base.h**
  - Pomocné definice, funkce, makra
- **color.h + color.c**
  - Definice datového typu RGBA + funkce pro práci s ním
- **globals.h**
  - Stavové globální proměnné
- **io.h + io.c**
  - Funkce pro čtení/zápis z/do souboru .bmp
- **student.h + student.c**
  - Soubory s úkoly
- **main.c**
  - Hlavní tělo programu

Kostra programu

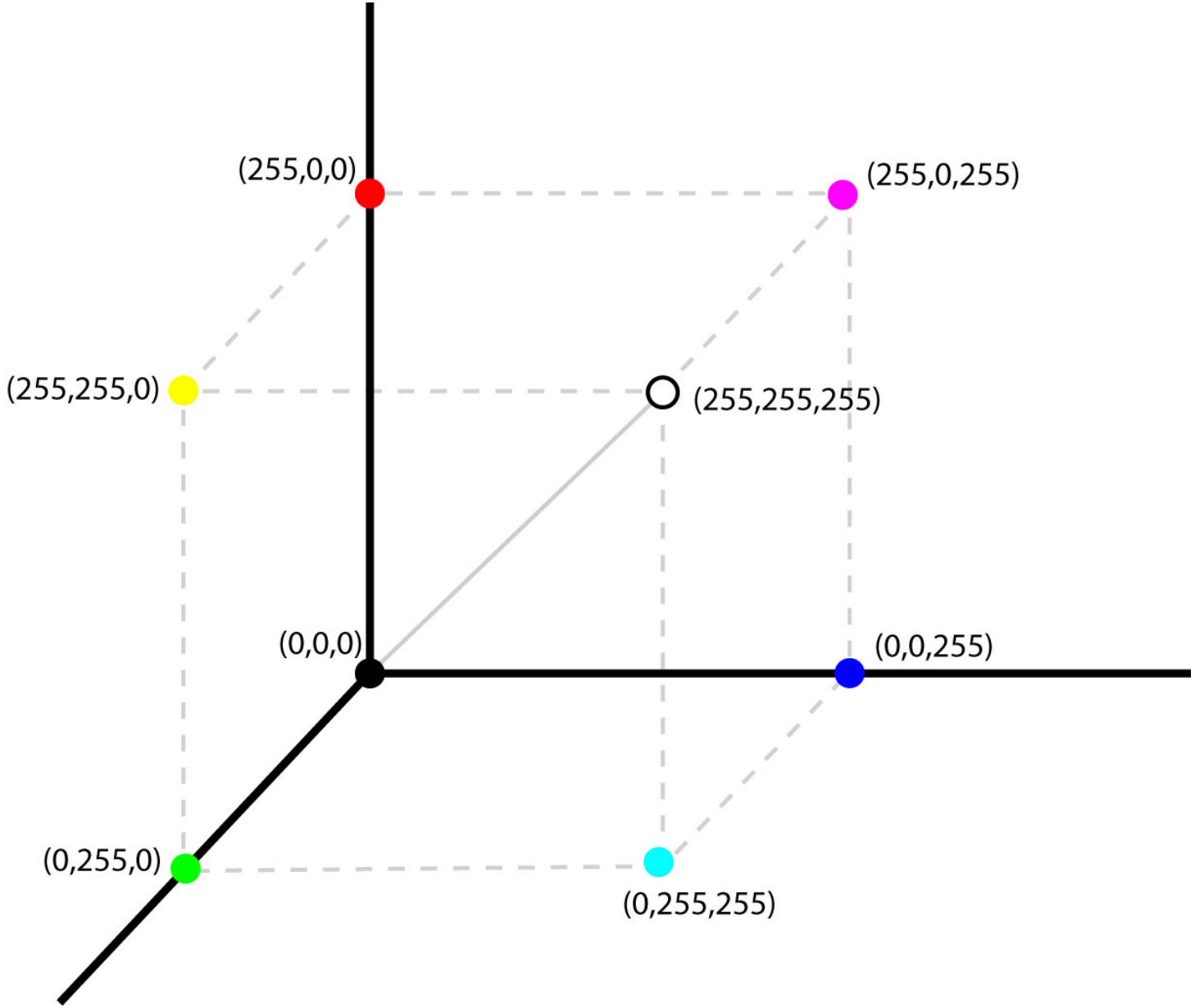


- Pole *pixelů* reprezentující obraz
- Vnímáme jako 2D pole
- V IZG efektivnější implementace pomocí 1D pole



Pixel = **pix** (in the sense “pictures”) + **el**(ement), 1965-70

Barevný model RGB



- Jeden pixel = *struktura* S_RGBA

```
struct S_RGBA  {
    unsigned char red;
    unsigned char green;
    unsigned char blue;
    unsigned char alpha;
};
```

- Framebuffer

```
S_RGBA *frame_buffer
```

- Většina operací ve cvičeních jsou postaveny na přímém zápisu do paměti *framebufferu*.

```
void putPixel(int x, int y, S_RGBA color)
```

- **Vstup:**
  - Souřadnice *x, y*
  - Pixel (S_RGBA)
  - Velikost framebufferu (pomocné proměnné)

- **Postup:**
  1. Test souřadnic x, y
  2. Výpočet offsetu (2D index –> 1D index)
  3. Zápis pixelu do framebufferu

- **Implementovat funkce (každá za 0,25 bodu)**
  - `S_RGBA getPixel(int x, int y)`
  - `void putPixel(int x, int y, S_RGBA color)`
- **Pomocné proměnné**
  - `int width`
  - `int height`
  - `S_RGBA *frame_buffer`
  - `COLOR_BLACK`
- **Testování**
  - Klávesa L načte obrázek ze souboru image.bmp
  - Klávesa S uloží scénu do souboru out.bmp
  - Kliknutí do scény vypisuje hodnotu pixelu

- Převod třísložkového barevného modelu RGB do jednosložkového *šedotónového*
- Pixel má pouze jednu hodnotu – intenzitu

- **Vstup:**
  - R(0..255), G(0..255), B(0..255)

- **Výstup:**
  - Intensity = 0.299R + 0.587G + 0.114B
  - Intensity(0..255)

- **Simulace v RGB:**
  - R = G = B = Intensity

Převod do stupňů šedí

Převod do stupňů šedí

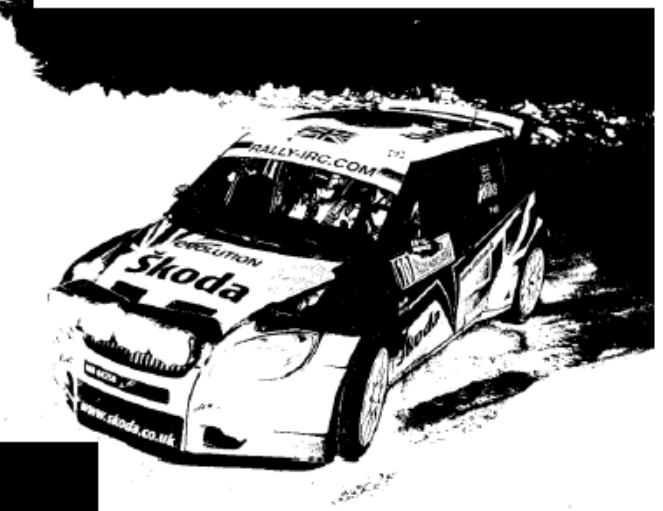
- **Implementovat funkci (úkol za 0.5 bodu)**
  - `void greyScale()`
- **Pomocné proměnné**
  - `int height`
  - `int width`
- **Pomocné funkce a makra**
  - `void putPixel(int x, int y, S_RGBA color)`
  - `S_RGBA getPixel(int x, int y)`
  - `ROUND(x)`
- **Testování**
  - Klávesa L načte obrázek, G převede obrázek do stupňů šedi

Převod na černobílý obraz

- Nutné vycházet z šedotónového obrazu
- Různé metody:
  - Prahování
  - Náhodné rozptýlení
  - Maticové rozptýlení
  - Distribuce chyby aj.

- Demo (implementováno):
  - Klávesa 1..4 prahuje obraz s různými hodnotami prahu
  - Klávesa R provádí algoritmus náhodného rozptýlení
  - Funkce k nahlédnutí v souboru student.c

Převod na černobílý obraz



Převod na černobílý obraz

- **Maticové rozptýlení**
  - Porovnání pixelů obrazu s odpovídajícími hodnotami distribuční (rozptylovací) matice a prahování

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 204 & 51 & 255 \\ 68 & 136 & 187 & 119 \\ 34 & 238 & 17 & 221 \\ 170 & 102 & 153 & 85 \end{bmatrix}$$

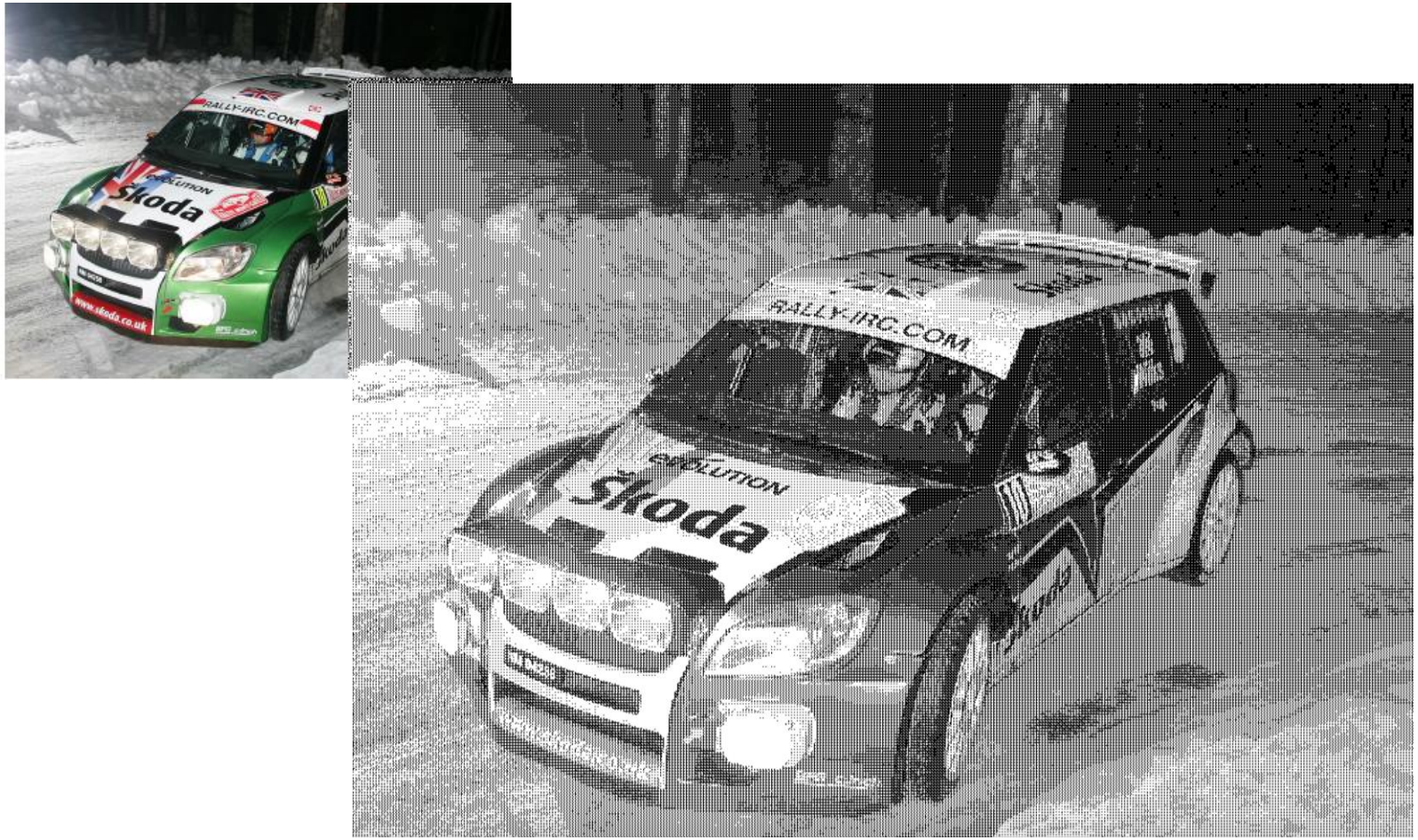
  - Index pro matici M

$$i = x \bmod n$$
$$j = y \bmod n$$
$$n \ldots \text{side of M}$$

  - Výstupní intenzita

$$G(x,y) = \begin{cases} I_{max} & \text{for } I(x,y) > M(i,j) \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

- **Maticové rozptýlení**



- **Implementovat funkci (za 1 bod)**
  - `void orderedDithering()`
- **Pomocné proměnné:**
  - `COLOR_WHITE`
  - `COLOR_BLACK`
  - `int height`
  - `int width`
  - `int M[]` (Matice rozptýlení)
  - `int M_SIDE` (Velikost strany čtvercové matice)
- **Pomocné funkce a makra:**
  - `void greyScale()`

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 204 & 51 & 255 \\ 68 & 136 & 187 & 119 \\ 34 & 238 & 17 & 221 \\ 170 & 102 & 153 & 85 \end{bmatrix}$$

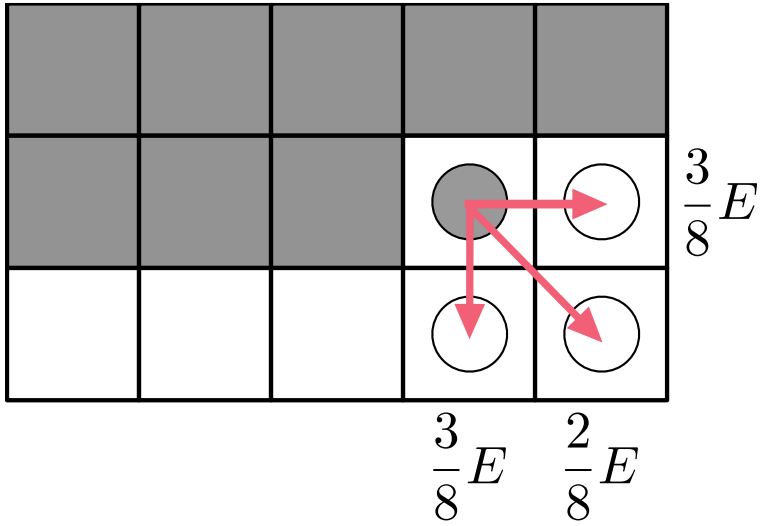
$$i = x \bmod n$$
$$j = y \bmod n$$
$$n \ldots \text{side of M}$$

$$G(x,y) = \begin{cases} I_{max} & \text{for } I(x,y) > M(i,j) \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

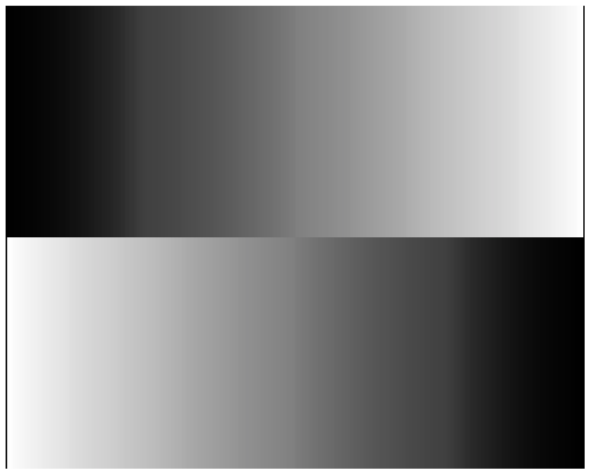
- **Testování:**
  - „L“ načtení testovacího obr., „M“ spustí algoritmus mat. rozptýlení

- **Distribuce chyby**
  - Prahování, náhodné i maticové rozptýlení pracují pouze s jedním pixelem!
  - Pro lepší kvalitu je vhodné sledovat i okolí

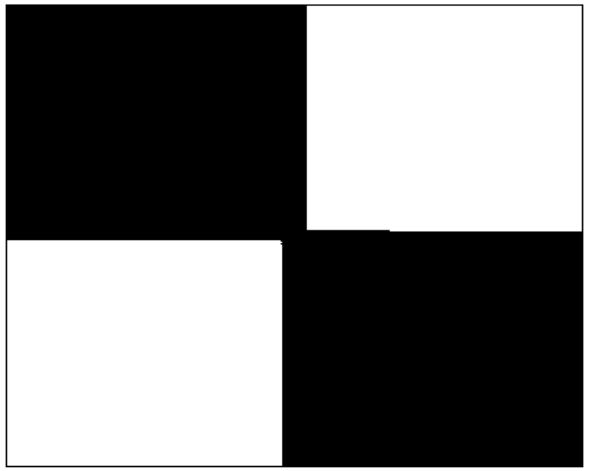
- $Chyba\ \mathrm{E} = \begin{cases} I(x,y) - \mathrm{I}_{\max}, & pokud\ G(x,y) = \mathrm{I}_{\max} \\ I(x,y), & pokud\ G(x,y) = 0 \end{cases}$



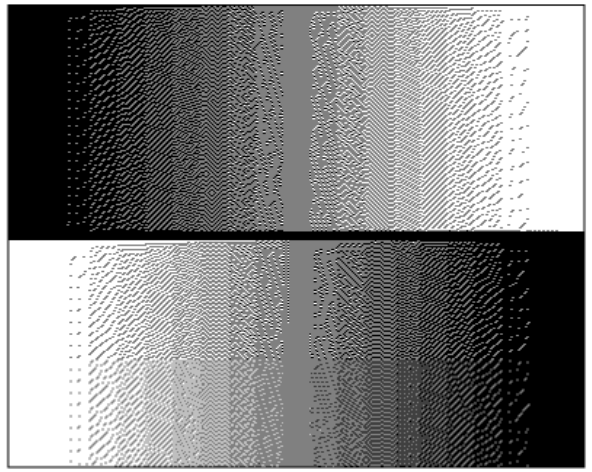
Převod na černobílý obraz



Vstupní obraz

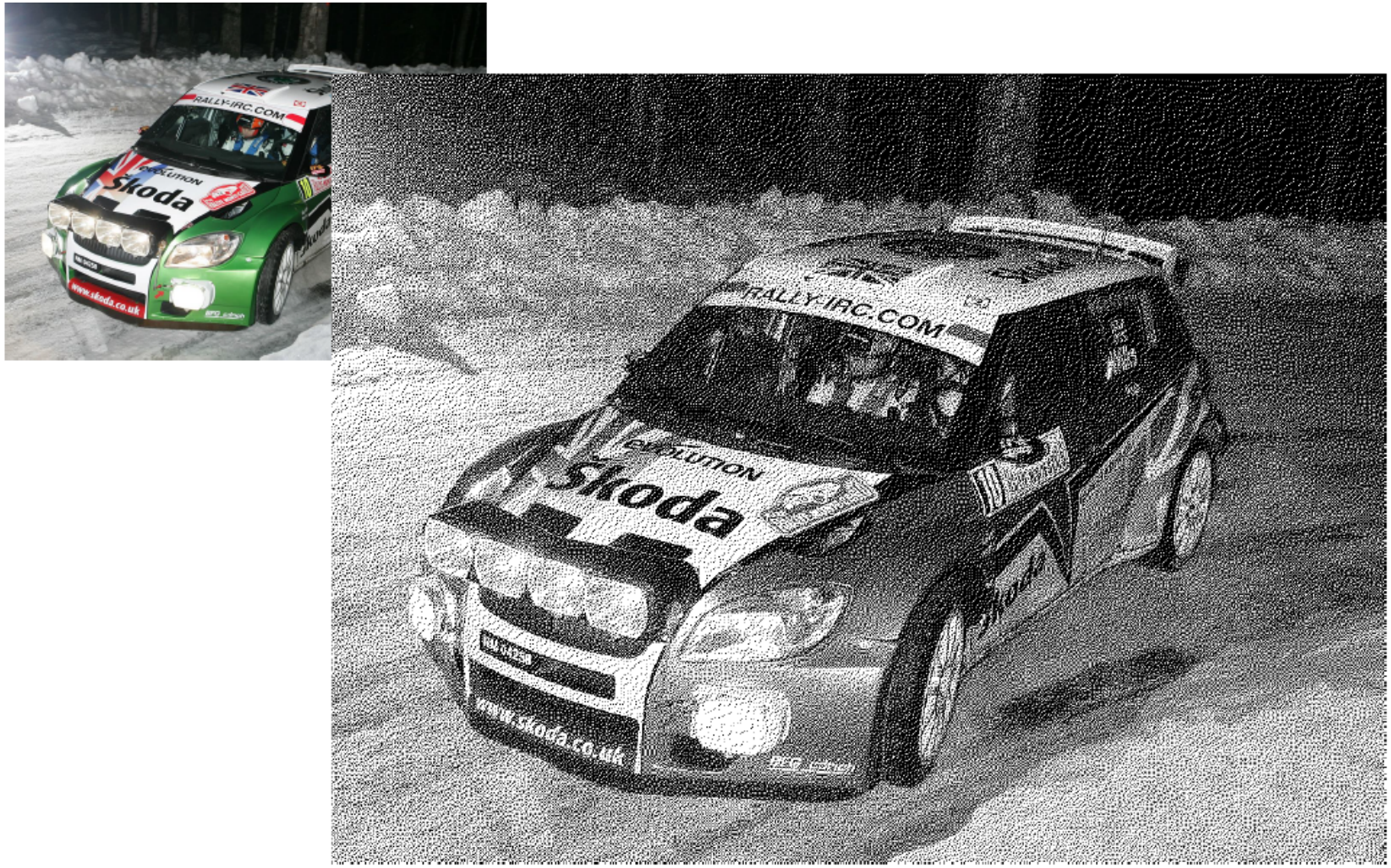


Prahování

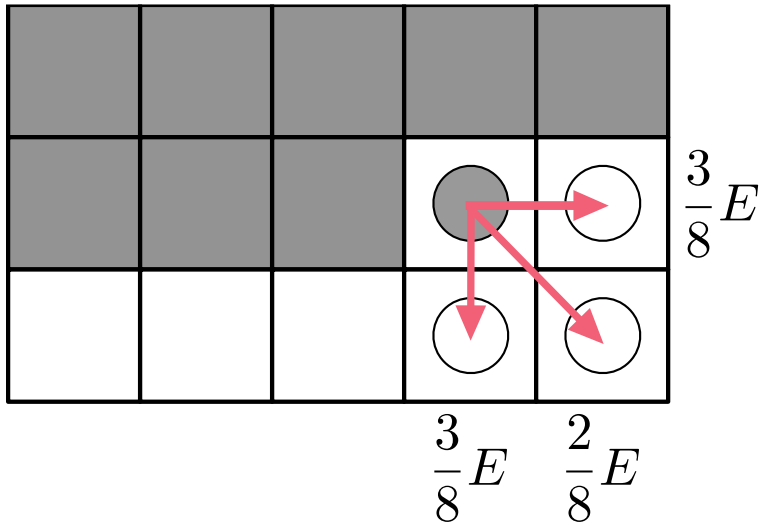


Distribuce chyby

- **Distribuce chyby**



- **Implementovat funkci (za 1 bod)**
  - `void errorDistribution()`
- **Pomocné proměnné:**
  - `COLOR_WHITE`
  - `COLOR_BLACK`
  - `int height`
  - `int width`
- **Pomocné funkce a makra:**
  - `ROUND(x)`
  - `void greyScale()`
  - $Chyba\ \mathrm{E} = \begin{cases} I(x,y) - \mathrm{I}_{\max}, & pokud\ G(x,y) = \mathrm{I}_{\max} \\ I(x,y), & pokud\ G(x,y) = 0 \end{cases}$



- **Testování:**
  - „L“ načtení testovacího obr., „D“ spustí algoritmus distribuce chyby