

Vaja 5: Sivinske preslikave slik

Pripravili: Luka Škrlić, Gašper Podobnik & Tomaž Vrtovec

Navodila

Naslednje naloge se opravi med laboratorijsko vajo.

Sivinske preslikave slik $\mathcal{T} : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ v splošnem preslikajo vrednosti vseh slikovnih elementov (sivinske vrednosti) iz dinamičnega območja $[0 \dots L_f - 1]$ originalne oz. vhodne slike $f = f(x, y, z, \dots)$ v dinamično območje $[0 \dots L_g - 1]$ izhodne oz. preslikane slike $g = g(x, y, z, \dots)$.

1. Dana je sivinska slika `image-512x512-16bit.raw` velikosti $X \times Y = 512 \times 512$ slikovnih elementov, ki je zapisana v obliki surovih podatkov (RAW) z 11 biti na slikovni element, ki predstavljajo predznačena cela števila v obliki 16-bitnega zapisa (`'int16'`).

Naložite in prikažite dano sliko.

2. Napišite funkcijo za *splošno linearno preslikavo* sivinskih vrednosti:

```
def scaleImage(iImage, iA, iB):  
    # ...  
    return oImage
```

kjer vhodni argument `iImage` predstavlja vhodno sliko f , `iA` in `iB` parametra splošne linearne preslikave a in b , izhodni argument `oImage` pa predstavlja izhodno sliko g :

$$g = a f + b.$$

Prikažite sliko, pridobljeno s splošno linearno preslikavo sivinskih vrednosti dane slike pri vrednostih parametrov $a = -0,125$ in $b = 256$.

3. Napišite funkcijo za *linearno oknenje* sivinskih vrednosti:

```
def windowImage(iImage, iC, iW):  
    # ...  
    return oImage
```

kjer vhodni argument `iImage` predstavlja vhodno sliko f , `iC` in `iW` parametra linearnega oknenja c in w , izhodni argument `oImage` pa predstavlja izhodno sliko g :

$$g = \begin{cases} 0 & \text{pri } f < c - \frac{w}{2}, \\ \frac{L_g - 1}{w} \left(f - \left(c - \frac{w}{2} \right) \right) & \text{pri } c - \frac{w}{2} \leq f \leq c + \frac{w}{2}, \\ L_g - 1 & \text{pri } f > c + \frac{w}{2}, \end{cases}$$

kjer je $L_g = 2^8$ zgornja meja dinamičnega območja sivinskih vrednosti izhodne slike (spodnja meja naj bo 0).

Prikažite sliko, pridobljeno z linearnim oknenjem sivinskih vrednosti slike iz točke 2 pri vrednostih parametrov $c = 1000$ in $w = 500$.

4. Napišite funkcijo za *odsekoma linearno preslikavo* na podlagi kontrolnih točk:

```
def sectionalScaleImage(iImage, iS, oS):
    # ...
    return oImage
```

kjer vhodni argument `iImage` predstavlja vhodno sliko f , `iS` in `oS` pa vektorja sivinskih vrednosti v vhodni in izhodni sliki, kjer $[iS(i), oS(i)] = s_i = (s_{f,i}, s_{g,i})$; $i = 0, 1, \dots, N-1$ predstavlja vsako izmed N kontrolnih točk preslikave. Izhodni argument `oImage` predstavlja izhodno sliko g :

$$g_{[s_{g,i}, s_{g,i+1}]} = \frac{s_{g,i+1} - s_{g,i}}{s_{f,i+1} - s_{f,i}} (s - s_{f,i}) + s_{g,i}; \quad s \in [s_{f,i}, s_{f,i+2}]; \quad \forall i = 0, 1, \dots, N-2,$$

kjer $g_{[s_{g,i}, s_{g,i+1}]}$ označuje izhodno sliko g na intervalu sivinskih vrednosti $[s_{g,i}, s_{g,i+1}]$, $[s_{f,i}, s_{f,i+1}]$ pa interval sivinskih vrednosti vhodne slike f .

Prikažite sliko, pridobljeno z odsekoma linearno preslikavo sivinskih vrednosti slike iz točke 3 pri kontrolnih točkah $s_1 = (0, 85)$, $s_2 = (85, 0)$, $s_3 = (170, 255)$ in $s_4 = (255, 170)$.

5. Napišite funkcijo za *nelinearno gama preslikavo* sivinskih vrednosti:

```
def gammaImage(iImage, iG):
    # ...
    return oImage
```

kjer vhodni argument `iImage` predstavlja vhodno sliko f , `iG` je parameter gama preslikave γ , izhodni argument `oImage` pa predstavlja izhodno sliko g :

$$g = (L - 1)^{1-\gamma} f^\gamma,$$

kjer je $L = 2^8$ zgornja meja dinamičnega območja sivinskih vrednosti vhodne in izhodne slike (spodnja meja naj bo 0).

Prikažite sliko, pridobljeno z gama preslikavo sivinskih vrednosti slike iz točke 3 pri vrednosti parametra $\gamma = 0,5$.

Gradivo

Naslednje naloge so neobvezne in namenjene boljšemu razumevanju vsebine.

1. Izpišite najmanjšo in največjo slikovno (sivinsko) vrednost posameznih slik iz točk 1–5 v navodilih.
2. Napišite funkcijo za *upragovanje* sivinskih vrednosti:

```
def thresholdImage(iImage, iT):
    # ...
    return oImage
```

kjer vhodni argument `iImage` predstavlja vhodno sliko f , `iT` je vrednost praga t , izhodni argument `oImage` pa predstavlja izhodno sliko g :

$$g(x, y) = \begin{cases} 0; & f(x, y) \leq t, \\ L_g - 1; & f(x, y) > t, \end{cases}$$

kjer je $L_g = 2^8$ zgornja meja dinamičnega območja sivinskih vrednosti izhodne slike (spodnja meja naj bo 0). Sliko, pridobljeno z upravanjem sivinskih vrednosti linearno oknene slike (iz točke 3 navodil) pri vrednosti parametra $t = 127$.

3. Izrišite sliko, ki prikazuje potek števila slikovnih elementov upravanene slike s sivinsko vrednostjo $s_g = 0$ v odvisnosti od parametra t , pri čemer t spreminjate čez celotno dinamično območje sivinskih vrednosti linearno oknene slike (iz točke 3 navodil) po koraku 1. Kako se imenuje prikazan potek?
4. Napišite funkcijo za *odsekoma nelinearno preslikavo* na podlagi kontrolnih točk:

```
def nonLinearSectionalScaleImage(iImage, iS, oS):
    # ...
    return oImage
```

kjer vhodni argument `iImage` predstavlja vhodno sliko f , `iS` in `oS` pa vektorja sivinskih vrednosti v vhodni in izhodni sliki, kjer $[iS(i), oS(i)] = \mathbf{s}_i = (s_{f,i}, s_{g,i})$; $i = 0, 1, \dots, N-1$ predstavlja vsako izmed $N = 2M + 1$ kontrolnih točk preslikave (M je naravno število). Izhodni argument `oImage` predstavlja izhodno sliko g :

$$g_{[s_{g,i}, s_{g,i+2}]} = q_i(s); \quad s \in [s_{f,i}, s_{f,i+2}]; \quad \forall i = 0, 2, 4, \dots, N-3,$$

kjer $g_{[s_{g,i}, s_{g,i+2}]}$ označuje izhodno sliko g na intervalu sivinskih vrednosti $[s_{g,i}, s_{g,i+2}]$, $q_i(s) = A_i s^2 + B_i s + C_i$ pa predstavlja kvadratno funkcijo na intervalu sivinskih vrednosti $[s_{f,i}, s_{f,i+2}]$ vhodne slike f , ki poteka skozi kontrolne točke $(s_{f,i}, s_{g,i})$, $(s_{f,i+1}, s_{g,i+1})$ in $(s_{f,i+2}, s_{g,i+2})$.

Izrišite sliko, pridobljeno z odsekoma nelinearno preslikavo sivinskih vrednosti linearno oknene slike (iz točke 3 navodil) pri kontrolnih točkah $\mathbf{s}_1 = (0, 0)$, $\mathbf{s}_2 = (40, 255)$, $\mathbf{s}_3 = (80, 80)$, $\mathbf{s}_4 = (127, 20)$, $\mathbf{s}_5 = (167, 167)$, $\mathbf{s}_6 = (207, 240)$ in $\mathbf{s}_7 = (255, 255)$. Izpišite tudi koeficiente A_i , B_i in C_i dobljenih kvadratnih funkcij q_i ; $i = 0, 2, 4$.



Slika 1: Odsekoma nelinearna preslikava