

# Испит из Основних оптимизационих алгоритама у инжењерству

Напомене: Испит траје до 150 минута. На усмену одбрану испитног задатка долази се са попуњеним овим документом и одговарајућим прилозима (фајловима). Студент попуњава: своје податке у табели, датум испита, као и садржаје одељака од 1 до 5, уносећи одговарајуће податке уместо објашњења за попуњавање. Задатак се ради коришћењем рачунара, а коришћено развојно окружење или одговарајући софтверски пакет морају бити доступни за време испита. Студент може понети и свој рачунар. Задатак носи до 30 поена.

Индекс (година/број)	Презиме и име	Датум	Поени	Испит	Оцена
2023/3049	Александар Ђорђевић	11.02.2024.			

## 1. Opis problema optimizacije

Cilj ovog projekta jeste pronalaženje optimalnih parametara za algoritam poboljšanja kontrasta izuzetno tamnih slika (na primer slika satelita). U ovom pristupu se koriste gama korekcija i ekvalizacija histograma. Primenuju se 2 gama korekcije, jedna koja će staviti akcenat na tamne delove, a jedna na svetle. Jedna gama korekcije se vrši sa koeficijentom  $\gamma$ , a druga sa koeficijentom  $1/\gamma$ . Ovaj koeficijent je jedan od parametara optimizacije. Pre primene ovih transformacija postoji nekoliko koraka. Prvi je da se svaki od tri kanal slike u boji razvuče na ceo dinamički opseg od 0 do 255 sledećom transformacijom.

$$I' = 255 \frac{I - \min I}{\max I - \min I} \quad (1)$$

Nakon ovoga se iz RGB sistema boja slika prebacuje u HSV sistem boja. H i S komponente ostaju kakve jesu dok se algoritam primenjuje na V komponentu koja predstavlja osvetljenost slike (dalje referencirana kao  $I_{in}$ ).

$$I_{eq} = equalHist(I_{in}), I_{cp} = I_{in}^{\gamma}, I_{ex} = I_{in}^{\frac{1}{\gamma}} \quad (2)$$

$$I_{en} = \frac{\alpha}{1 + \beta} I_{cp} + \frac{1 - \alpha}{1 + \beta} I_{ex} + \frac{\beta}{1 + \beta} I_{eq} \quad (3)$$

Konačna slika se dobija prebacivanjem slike nazada u RGB sistem boja. Pored koeficijenta  $\gamma$  optimizacione parametre predstavljaju  $\alpha$  i  $\beta$  koji govore na koji način kombinujemo transformisane slike kako bismo dobili konačnu.

## 2. Definicija optimizacione funkcije i optimizacionog prostora

Optimizaciona funkcija izgleda ovako:

$$J = \frac{\sigma^2}{\mu} (H(I_{en}) - H(I_{in})), \quad (4)$$

$\sigma^2$  predstavlja varijansu poboljšane V komponente,  $\mu$  njenu srednju vrednost.  $H$  predstavlja entropiju koja se dobija tako što se izračuna histogram sa 128 binova, normalizuje sa njegovom sumom. Time se dobija verovatnoća pojavljivanja svake vrednosti i na osnovu njih se entropija lako računa kao:

$$H = \sum_i p_i \log(p_i) \quad (5)$$

Što se tiče optimizacionog prostora u referentnom radu [1] su predložene granice za sva 3 optimizaciona parametra.

$$\alpha \in [0, 1], \beta \in [0, 4], \gamma \in [1, 5] \quad (6)$$

### 3. Optimizacioni algoritam

Korišćena je standardna verzija algoritma PSO (*Particle Swarm Optimization*) opisana na predavanju i u referentnom radu [1] s tim da su kod formule za ažuriranje brzine čestica uzeti malo drugačiji koeficijenti (preuzeti iz rada [2]).

$$v_{i,j}^{t+1} = wv_{i,j}^t + c_1r_{1j}^t[P_{best,i}^t - x_{i,j}^t] + c_2r_{2j}^t[G_{best} - x_{i,j}^t] \quad (7)$$

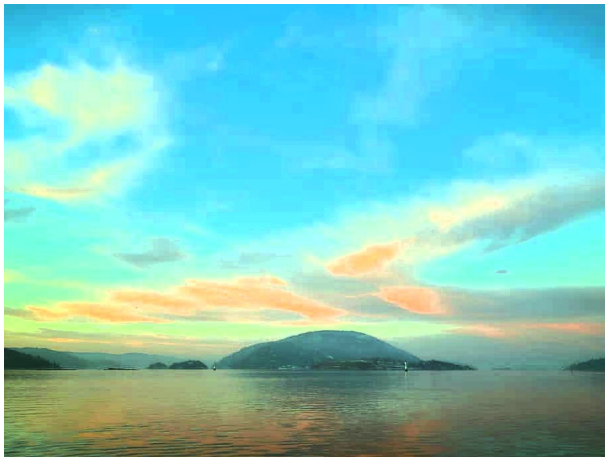
U referentnom radu [1] je uzeto  $w = 1$  i  $c_1 = c_2 = 2$ , dok su nešto bolji rezultati dobijeni sa koeficijentima iz rada [2]  $w = 0.715$  i  $c_1 = c_2 = 1.7$ . Pokrenuto je 100 iteracija sa 20 čestica.

### 4. Rezultati

U ovoj sekciji ćemo dati rezultate algoritma primenjen na 2 slike izuzetno niskog kontrasta. Kako je optimizaciona funkcija definisana u odnosu na početnu sliku one imaju vrednost  $J = 0$ . Biće data naravno slika dobijena primenom algoritma sa optimizaciom, ali radi poređenja i slika dobijena primenom *grid search*-a po sve 3 promenljive sa korakom 0.1. Ispod slika biće date i vrednosti optimizacione funkcije.



Figure 1: Originalna slika



(a) *Grid search*  $J = 43.15$



(b) PSO  $J = 44.47$



Figure 3: Originalna slika



(a) *Grid search*  $J = 44.77$



(b) *PSO*  $J = 45.98$

## 5. Prilozi

U prilogu se nalaze *Python* skripta (`particle_swarm_optimization_image_enhancement.py`) koja izvršava algoritam nad slikom. Dve polazne slike (`image1.jpg` i `image2.jpg`) kao i dva rada `ref1.pdf` [1] i `ref2.pdf` [2]. Takođe nalazi se i ovaj izveštaj pod nazivom `izvestaj.pdf`.