

**ANALIZA I KONTROLA KVALITETA REDUKCIJE ŠUMA NA DIGITALNIM FOTOGRAFIJAMA****ANALYSIS AND QUALITY CONTROL OF NOISE REDUCTION IN DIGITAL PHOTOGRAPHS**

Tamara Babić, Ivana Jurič, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

**Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

**Kratka sadržaj** – U radu je kroz teorijske osnove opisan šum, vrste šuma i postupci za njegovo uklanjanje, kao i kontrola kvaliteta fotografije. U praktičnom delu se vršila korekcija na primerima fotografija u JPG i RAW formatu i prikazani su rezultati istraživanja kontrole kvaliteta upotrebom SSIM metrike.

**Ključne reči:** *Obrada digitalne fotografije, šum, SSIM metrika, veštačka inteligencija, MDS*

**Abstract** – *This paper describes noise, types of noise and procedures for its removal, as well as photo quality control through theoretical foundations. In the practical part, correction was made on examples of photographs in JPG and RAW format, and the results of quality control research using SSIM metrics were presented.*

**Keywords:** *Digital photo processing, noise, SSIM metrics, artificial intelligence, MDS*

**1. UVOD**

Šum je nusproizvod nepravilnih fluktuacija signala koje prate emitovani signal. Na fotografijama se može pojaviti nasumično raspoređen, u vidu fiksnog šablona ili linija [1]. Kada je reč o uklanjanju šuma na digitalnim fotografijama, najbitnije je znati da postoje dva tipa šuma, a to su šum svetline i šum u boji [2].

Kod digitalnih fotoaparata šum nastaje zbog izvora svetla i naziva se fotonski šum, zbog senzora kamere odnosno šum čitanja, zbog procesora i obrade signala i mnogih drugih faktora i podešavanja kamere prilikom snimanja [3]. Uklanjanje šuma na fotografiji je težak zadatak jer je šum vezan za visokofrekventni sadržaj, odnosno detalje. Najčešće se koriste pristupi zasnovani na različitim filterima za smanjenje šuma.

Smanjivanje šuma je neophodno obaviti pre izoštravanja, a za bolje efekte preporučuje se maskiranje ivica slike i smanjivanje šuma na svakom od kanala boje pre nego globalno [2]. Za kontrolu kvaliteta fotografije koriste se metrike kvaliteta slike (engl. Image Quality Metrics) koje su objektivne mere kvaliteta, ali se oslanjaju na ljudski vizuelni sistem [4].

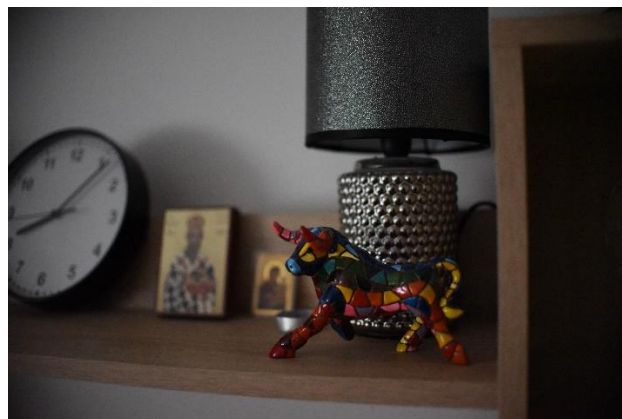
**NAPOMENA:**

**Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Jurič, docent.**

Indeks strukturne sličnosti (SSIM) je relativno novija metrika kvaliteta digitalne fotografije i tipičan predstavnik metrike višeg nivoa [5].

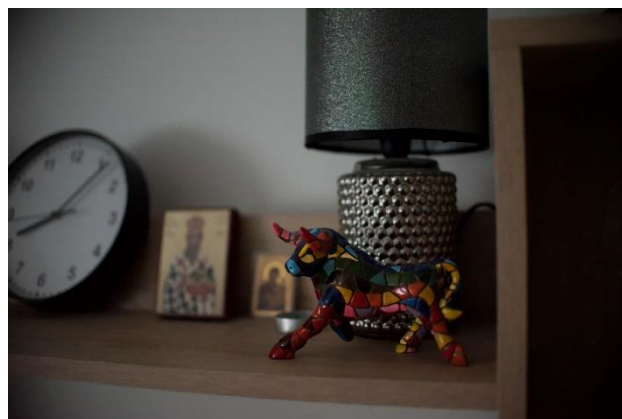
**2. UKLANJANJE ŠUMA U SOFTVERIMA**

Na slici 1. prikazana je originalna fotografija sa šumom nad kojom će biti primenjene obrade u izabranim softverima i biti prikazani rezultati.



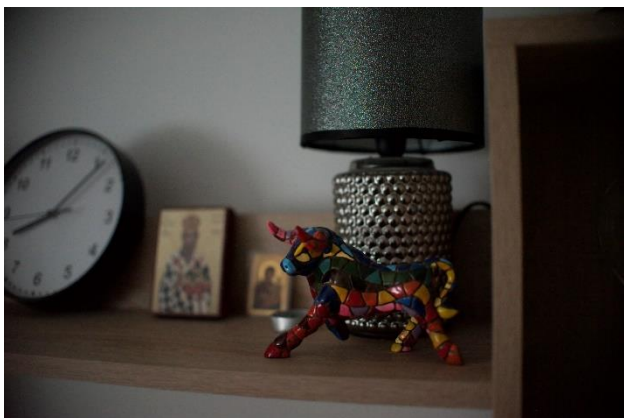
Slika 1. Prikaz originalne fotografije

Na slici 2. prikazan je rezultat obrade fotografije u softveru *Adobe Photoshop 2021*. U ovom rezultatu nije primenjena mogućnost maskiranja ivica pa je dobijena fotografija izgubila originalne detalje i postala zamućena. U sledećem primeru će biti prikazana fotografija sa primenjenim maskiranjem.



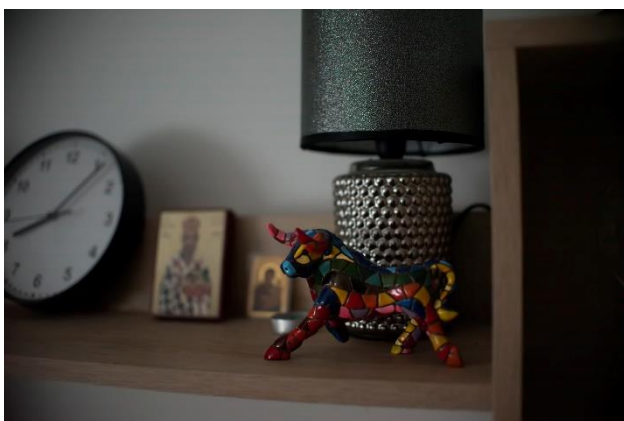
Slika 2. Prikaz rezultata obrade u softveru *Adobe Photoshop 2021* - primer bez upotrebe maskiranja

Na slici 3. prikazana je opcija maskiranja ivica u softveru *Adobe Photoshop 2021*. Uočljivo je čuvanje detalja na fotografiji pa je ona čistija u odnosu na primer bez upotrebe maskiranja.



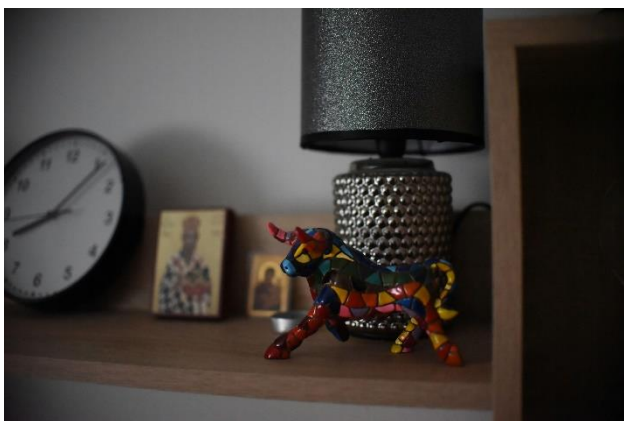
Slika 3. Prikaz rezultata obrade u softveru *Adobe Photoshop 2021* - primer sa upotrebom maskiranja

Na slici 4. prikazana je obrada fotografije u softveru *Noiseware*. Na rezultatu koji se dobija je uklonjena zadovoljavajuća količina šuma ali su detalji na fotografiji blago zamućeni.



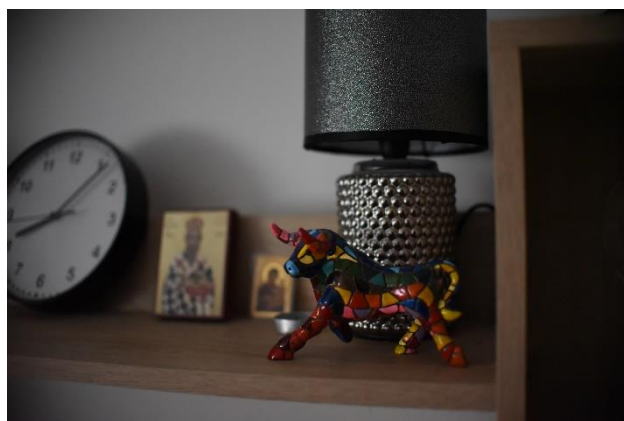
Slika 4. Prikaz rezultata obrade u softveru *Noiseware*

Na slici 5. prikazana je redukcija šuma u softveru *Luminar Neo*. Na rezultatu se može primetiti adekvatna redukcija šuma i blago dodavanje zatamnjenja po ivicama fotografije.



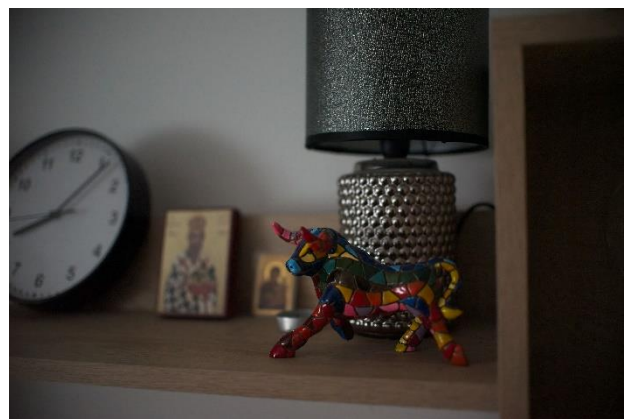
Slika 5. Prikaz rezultata obrade u softveru *Luminar Neo*

Na slici 6. prikazan je rezultat uklanjanja šuma dobijen u softveru *Neat Image*. Softver pomoću veštačke inteligencije u zadovoljavajućoj meri čisti sliku od šuma.



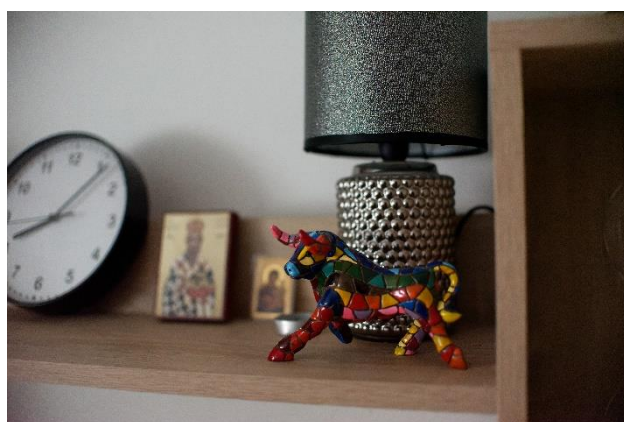
Slika 6. Prikaz rezultata obrade u softveru *Neat Image*

Na slici 7. prikazan je rezultat redukcije u softveru *ONI NoNoise AI*. Softver obrađuje šum u zadovoljavajućoj meri, ali se primećuje blaga distorzija u odnosu na originalnu fotografiju.



Slika 7. Prikaz rezultata obrade u softveru *ONI NoNoise AI*

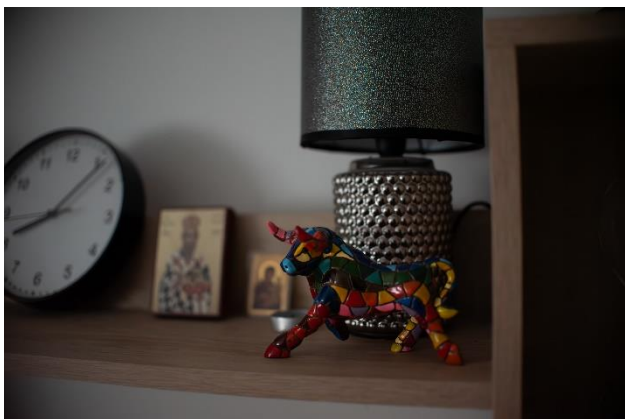
Na slici 8. dat je prikaz rezultata obrade u softveru *DxO PureRAW 3*. Odabirom željene fotografije za redukciju šuma dobija se čist i posvetljen rezultat.



Slika 8. Prikaz rezultata obrade u softveru *DxO PureRAW 3*

Na slici 9. dat je prikaz rezultata obrade u softveru *Adobe Lightroom 2023*. Budući da je primer fotografije u RAW

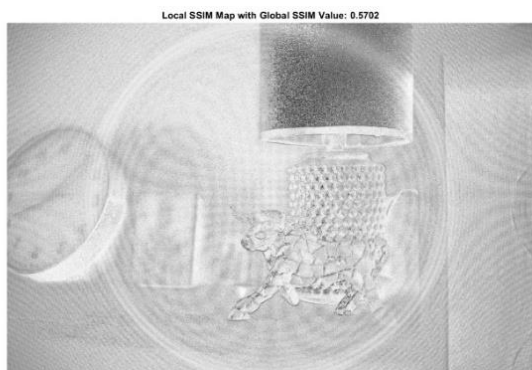
formatu, ona se obrađuje pomoću veštačke inteligencije filterom **Denoise** i rezultat je čista fotografija bez šuma.



Slika 9. Prikaz rezultata obrade u softveru Adobe Lightroom 2023

### 3. SSIM VREDNOSTI, MAPE I MDS ANALIZA

Pored dobijene vrednosti, kao rezultat dobija se SSIM mapa na osnovu koje može da se zaključi na kojim delovima fotografije su veće ili manje razlike. Na slici 10. prikazan je primer SSIM mape za poređenje originalne fotografije sa fotografijom obrađenom u softveru *Dxo PureRAW3* u *Matlab* softveru.



Slika 10. Primer SSIM mape

Male SSIM vrednosti se pojavljuju kao tamni (crni) pikseli na lokalnoj SSIM mapi (slika 10.). Regioni sa malom lokalnom SSIM vrednošću odgovaraju oblastima u kojima se obrada fotografije primetno razlikuje od referentne slike.

Velike SSIM vrednosti se pojavljuju kao svetli (beli) pikseli. Regioni sa velikim lokalnim SSIM vrednostima odgovaraju uniformnim regionima referentne slike, gde obrada ima manji uticaj na fotografiju. Na prikazanom primeru upoređivanja originalne fotografije sa fotografijom obrađenom u softveru *Dxo PureRAW3*, uočava se da su prisutniji svetliji delovi na fotografiji u odnosu na tamnije delove pa je zato i SSIM vrednost odnosno razlika od referentne fotografije manja.

U tabeli 1. date su SSIM vrednosti kvaliteta redukcije šuma u softveru *Matlab*. Manje vrednosti u tabeli označavaju primetnu razliku upoređene fotografije sa referentnom (originalnom), dok veće vrednosti označavaju manje primetnu razliku upoređene fotografije. Vrednosti označene brojem 1 su identične fotografije poređene same sa sobom pa stoga nema razlike.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0,89	0,89	0,89	0,95	0,96	0,76	0,57	0,88
2	0,89	1	0,95	0,98	0,94	0,95	0,84	0,61	0,90
3	0,89	0,95	1	0,96	0,93	0,95	0,82	0,60	0,90
4	0,89	0,98	0,95	1	0,95	0,97	0,85	0,62	0,92
5	0,95	0,94	0,93	0,95	1	0,98	0,82	0,59	0,93
6	0,96	0,95	0,95	0,97	0,98	1	0,83	0,60	0,94
7	0,76	0,84	0,82	0,85	0,82	0,83	1	0,60	0,80
8	0,57	0,61	0,60	0,62	0,59	0,60	0,60	1	0,58
9	0,88	0,90	0,90	0,92	0,93	0,94	0,80	0,58	1

1 – fotografija bez obrade

2 – fotografija obrađena u softveru Adobe Photoshop bez upotrebe maske

3 – fotografija obrađena u softveru Adobe Photoshop sa upotrebom maske

4 – fotografija obrađena u softveru Noiseware

5 – fotografija obrađena u softveru Luminar Neo

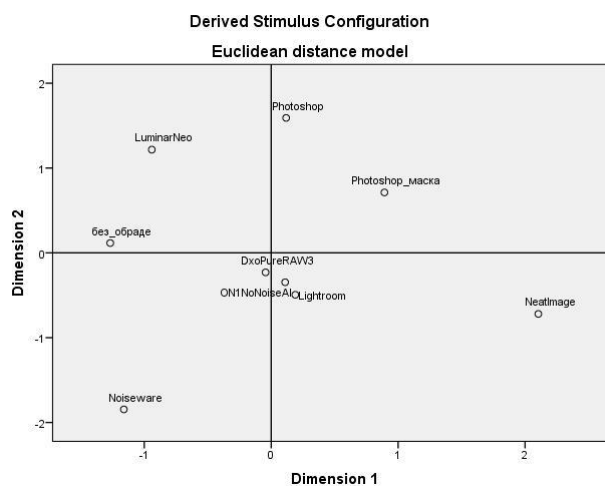
6 – fotografija obrađena u softveru Neat Image

7 – fotografija obrađena u softveru ONI NoNoise AI

8 – fotografija obrađena u softveru Dxo PureRAW3

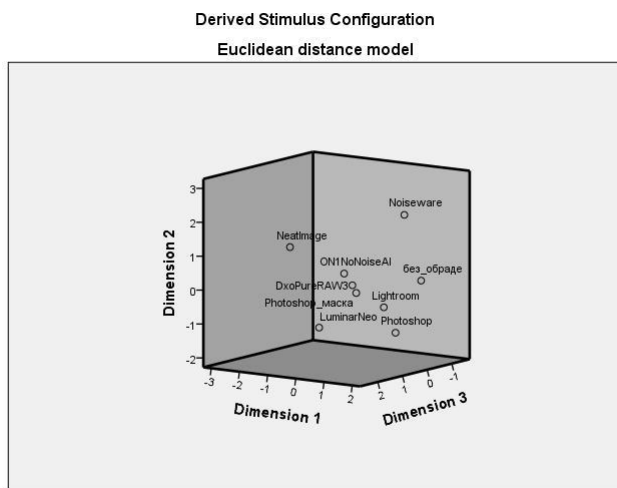
9 – fotografija obrađena u softveru Adobe Lightroom

MDS (Multidimenzionalno skaliranje) je jedna od nekoliko multivarijantnih tehnika koja ima za cilj da otkrije strukturu skupa podataka, određujući pozicije ajtema u malom broju dimenzija (najčešće u jednoj ili dve dimenzije). Na osnovu MDS analize dolazi se do zaključka da sa SSIM vrednošću dobijamo raspodelu po više dimenzija, a ne samo po jednoj očekivanoj. Uzorci su raspoređeni po x i y-osi od -2 do +2, tako da ne mogu da se aproksimiraju/rasporede samo u odnosu na jednu dimenziju, šum.



Slika 11. Distribucija uzoraka u prostoru MDS grafikona za prvi primer

Na slici 11. prikazan je rezultat MDS analize za prvi primer u 2D prostoru, dok je na slici 12. prikazan rezultat u 3D prostoru.



Slika 12. Distribucija uzoraka u prostoru MDS grafikona za prvi primer, 3D prostor

#### 4. ZAKLJUČAK

Analizom i ispitivanjem mogućnosti softvera za redukovanje šuma *Adobe Photoshop 2021*, *Adobe Lightroom 2023*, *DxO PureRAW 3*, *Luminar Neo*, *Noiseware*, *Neat Image* i *ON1 NoNoise AI* u JPG i RAW formatu, dolazi se do sledećih zaključaka. Redukcija šuma pomoću veštačke inteligencije prevazišla je manuelne metode obrade digitalnih fotografija po kvalitetu i brzini.

Manuelno obrađivane fotografije dobijaju najčešće zamućeni izgled i neadekvatnu redukciju šuma, dok se kod fotografija obrađenih pomoću veštačke inteligencije uočavaju jasni i čisti rezultati obrade. Na osnovu MDS analize dolazi se do zaključka da sa SSIM vrednošću dobijamo raspodelu po više dimenzija, a ne samo po jednoj očekivanoj.

#### 5. LITERATURA

- [1] <https://retouchingacademy.com/qualities-of-digital-images-understanding-image-noise/#:~:text=Three%20Types%20of%20Image%20Noise,pattern%20noise%2C%20and%20banding%20noise./> (pristupljeno u julu 2023)
- [2] I. Karlović, I. Tomić i I. Rilovski, “Digitalna reprofotografija”, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012, str. 149-150.
- [3] <https://www.mathworks.com/help/images/noise-removal.html> (pristupljeno u julu 2023)
- [4] <http://www.cns.nyu.edu/~lcv/ssim/> (pristupljeno u julu 2023)
- [5] J. Phillips, H. Eliasson, “Camera Image Quality Benchmarking”, John Wiley and Sons Ltd, 2018. pp. 253–260.

#### Kratka biografija:



**Tamara Babić** rođena je u Kikindi 2000. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičkog inženjerstva i dizajna – Analiza i kontrola kvaliteta redukcije šuma na digitalnim fotografijama odbranila je 2023. god.

kontakt: babictamara2202@gmail.com



**Doc. dr Ivana Jurić**, rođena je u Kikindi 1987. godine. Doktorske studije je završila na Fakultetu tehničkih nauka 2018. god., a od iste godine je u zvanju docent. Oblast interesovanja je kontrola kvaliteta digitalne fotografije, digitalna štampa.

kontakt: rilovska@uns.ac.rs