

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

OE4DOS

Prvi domaci iz digitalne obrade slike

Autor:

Vuk VUKOMANOVIC 18-2014



Contents

1	Uvod	2
2	Poboljšavanje kontrasta slike	3
2.1	Rad u RGB kolor sistemu	4
2.1.1	Logaritamska funkcija	5
2.1.2	γ funkcija	5
2.1.3	Ekvalizacija histograma	6
2.2	Rad u Lab kolor sistemu	7
2.3	Rezultat	9
3	Izoštrevanje slike	10
3.1	Low pass metoda	11
3.2	Laplacian	12
3.3	Sobel gradijent	13
3.4	Kombinovana metoda	15
3.5	Rezultati	16
4	Restauracija slika	17
5	Realizacija funkcije dos_histmatch	21
5.1	Rezultati	21

1 Uvod

Izveštaj je podeljen u logičke celine, koje se odnose na taskove koji su zadati prvim domaćim zadatkom. U izveštaju se nalaze slike i rezultati koji su generisani mimo poslatih .m fajlova radi manje robosnosti. Shodno tome ceo dokument je podeljen u sledeće četiri celine:

1. Poboljšavanje kontrasta slike **street.tiff** različitim metodama
2. Izostrovanje slike **lange.jpg** različitim metodama
3. Restauracija slika **corrupted1.jpg**, **corrupted2.jpg** i **corrupted3.jpg**
4. Realizacija funkcije **dos histmatch**

Note: Sve skripte koje su poslate, su formatirane kao live matlab skripte, tako da se pored standardnog pokretanja moze dobiti lepsi prikaz.

2 Poboljšavanje kontrasta slike

Na Figure 1 je prikazana originalna slika **street.tiff** kojoj je potrebno pojačati kontrast. Pošto je slika u RGB sistemu obrada ove slike je urađena na 2 načina, primenom iste transformacije na svaki kanal RGB slike i radom u Lab kolor sistemu.

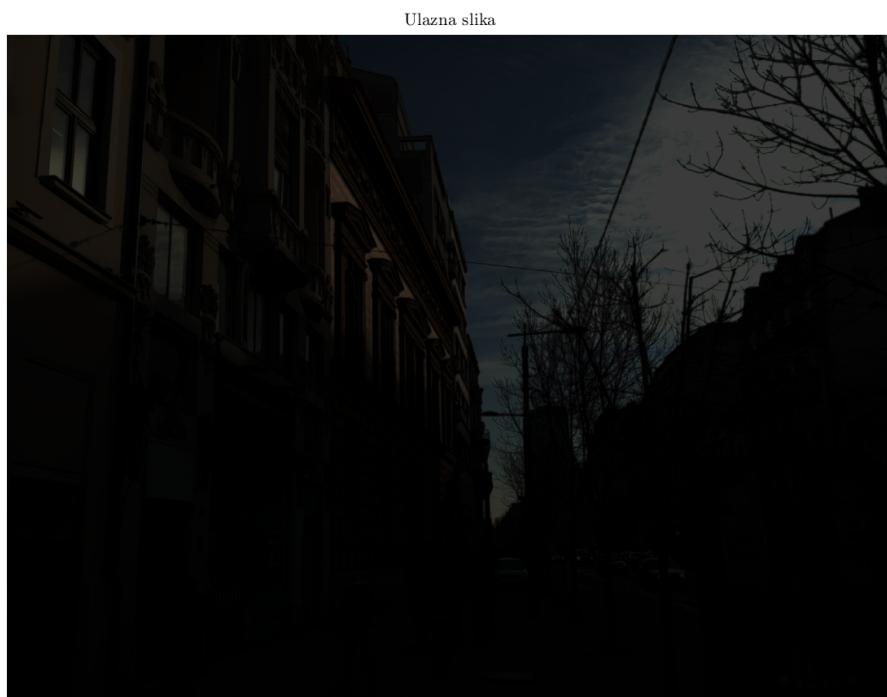


Figure 1: Originalna slika

Vizuelno se odmah primećuje kako slika ima veliki broj jako tamnih pik-sela, na osnovu ove opservacije možemo da izvedemo određene hipoteze o tome koje metode će dati bolje tj. gore rezultate.

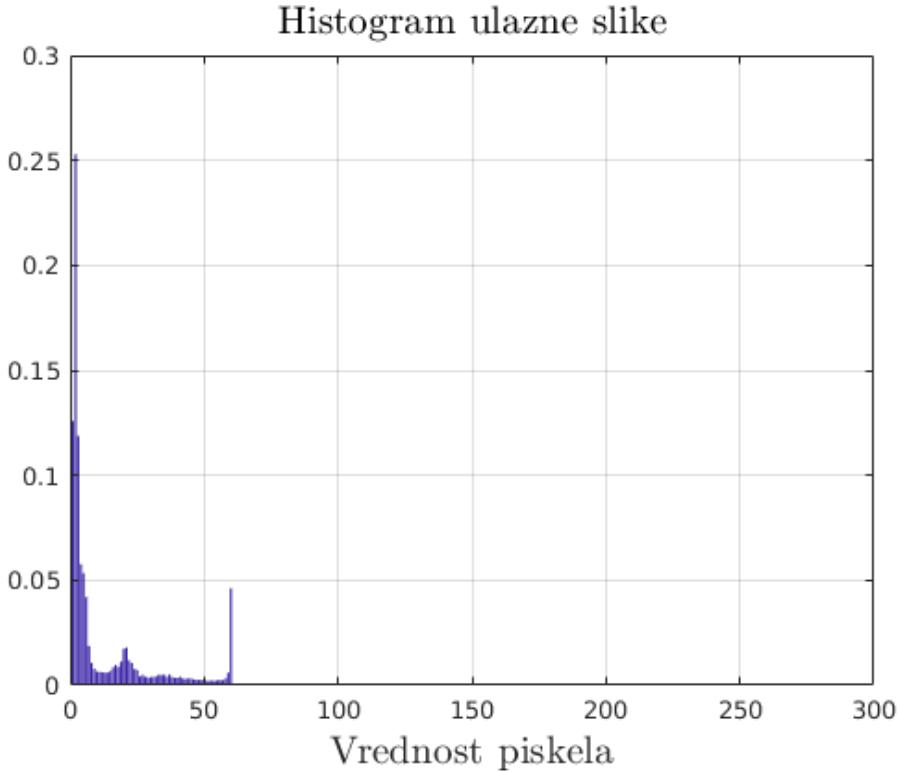


Figure 2: Histogram ulazne slike

Na histogramu polazne slike se potvrđuje prethodna opservacija. Sada možemo da prepostavimo kako će se metode ponašati. Pošto je potrebno prošiti opseg najpre tamnih piksela korišćena je logarimtska funkcija kao i γ sa funkcija koeficijentom manjim od 1. Metoda ekvalizacije histograma ovde nije odgovarajuća zato što će ogromnu količinu tamnih piksela koji su svi u početku opsega rasporediti uniformno po celom opsegu, što će prouzrokovati neodgovarajuće rezultate.

2.1 Rad u RGB kolor sistemu

Pošto u RGB sistema informacija o boji nije odvojena od informacije o osvetljenosti slike, jedini način na koji se može jednostavno pojačati kontrast jeste primena iste transformacije na sva 3 kanala slike. Ukoliko se to ne ispoštuje, tj. na svaki kanal se primeni druga transformacija, dobijena slika neće imati iste boje i ulazna čime se gubi smisao metode. U nastavku su

date različite ispitane metode i rezultati.

2.1.1 Logaritamska funkcija

Oblik logaritamske transformacije je $output = \log(1 + k * input)$, gde su input i output ulazna i poboljašana slika respektivno. Kao što je ranije već rečeno ova transformacija je primenjena jer širi opseg tamnih piksela. Transformacija je testirana za različite koeficijente k ali je u izveštaju prikazano samo "optimalno" k .

Slika nakon upotrebe log-a



Figure 3: Nakon logaritamske transformacije

2.1.2 γ funkcija

Oblik γ transformacije je stepena funkcija, stepena γ . U zavisnosti od tog parametra funkcija će davati drugačije rezultate. Za vrednost parametra birane su vrednosti manje od 1, jer se time postiže(slično kao i sa logaritamskom) širenje opseg tamnih piksela.

Slika nakon upotrebe gamma metode



Figure 4: Nakon γ transformacije

2.1.3 Ekvalizacija histograma

Ekvalizacija histograma je metoda koja ima za cilj da napravi izlaznu sliku čiji je histogram uniformne raspodele.

Slika nakon upotrebe ekvalizacije histograma



Figure 5: Nakon ekvalizacije histograma

Kao i što je pretpostavljeno slika će biti previše svetla zbog pomeranja dosta piksela u gornji deo opsega.

2.2 Rad u Lab kolor sistemu

Za razliku od RGB kolor sistema Lab kolor sistem je jedan od kolor sistema koji ima izdvojen kanal osvetljenje i kanale za boju. U slučaju Lab kolor sistema to je L kanal i on označava osvetljenost slike, što ga čini dobim za poboljsanje konstrasta. Slika je prvo prebačena u ovaj sistem i onda su sve malopre objašnene metode primenjene na nju, tj na L komponentu, nakon toga slika je transformisana nazad u RGB sistem.



Figure 6: Nakon logaritamske funkcije



Figure 7: Nakon γ funkcije



Figure 8: Nakon ekvalizacije histograma

2.3 Rezultat

Kao najuspešnija metoda se pokazala logaritamska transformacija. U knjizi „Digital image processing“, se kao mera intenziteta kontrasta spominje standardna devijacija koja u ovom slučaju iznosi 75 (zato što predstavlja odstupanja od srednje vrednosti slike). Na slici ispod se nalazi histogram izlazne slike iz kojeg se vidi da histogram liči na uniforman.

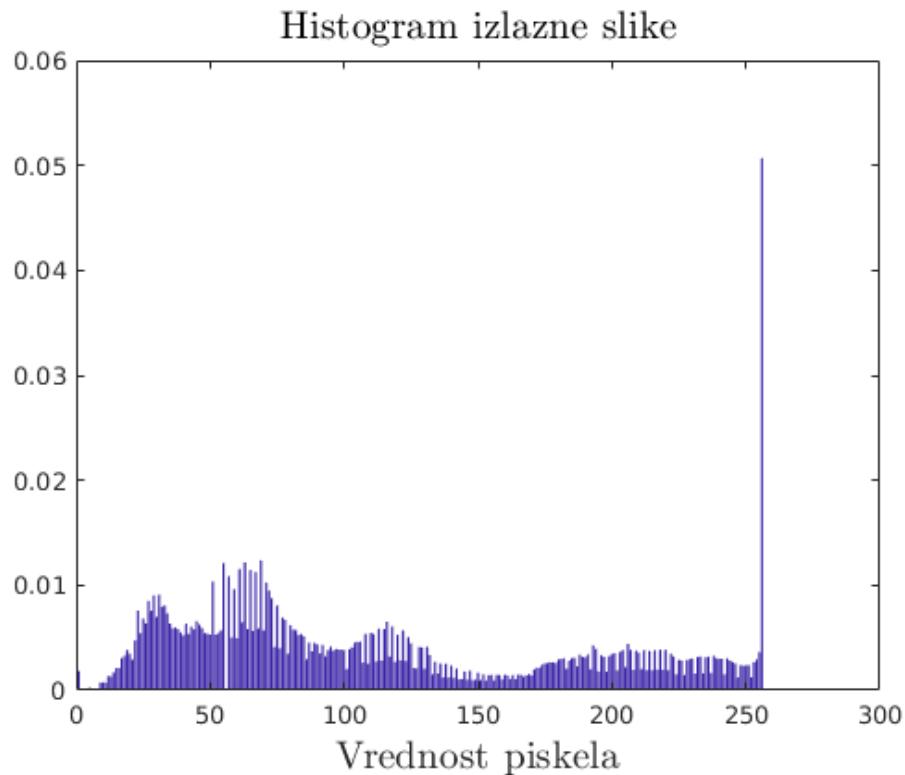


Figure 9: Histogram izlazne slike

3 Izoštravanje slike

Ovaj deo domaćeg se odnosio na izoštravanje slike `lange.jpg`. U nastavku su predstavljene različite metode kojima je postignuto izoštravanje.

Ulazna slika, lange

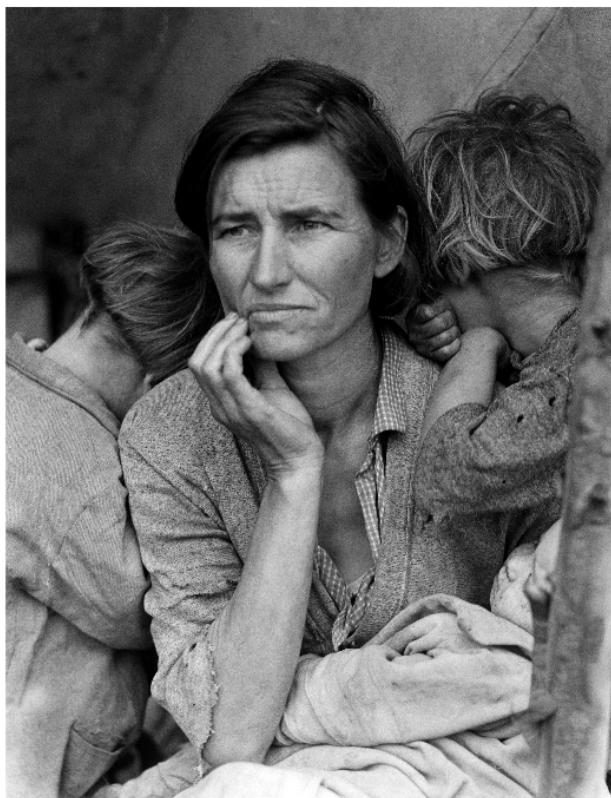


Figure 10: Ulazna slika

Napomena: Zbog veoma velike rezolucije ulazne slike, stiče se utisak da je slika već dovoljno izoštrena. Shodno tome u izveštaju će se videti veoma male razlike, za pravi doživljaj izoštravanja potrebno je pokrenuti matlab skriptu koja se odnosi na ovaj deo domaćeg zadatka.

3.1 Low pass metoda

Ova metoda (u nedostatku boljeg naziva) predstavlja niz transformacija nad slikom. Tj. Slika se prvo filtrira *lowpass* filtrom, nakon toga se, oduzimanjem od originalne slike, dobija slika sa ivicima, zadnji korak jeste dodavanje prethodnog rezultata na originalnu sliku kako bi se na njoj pojačale ivice. Uspešnost ove metode zavisi od odabira *lowpass* filtra, što zahteva testiranje sa različitim parametrima.

Low pass filter metoda

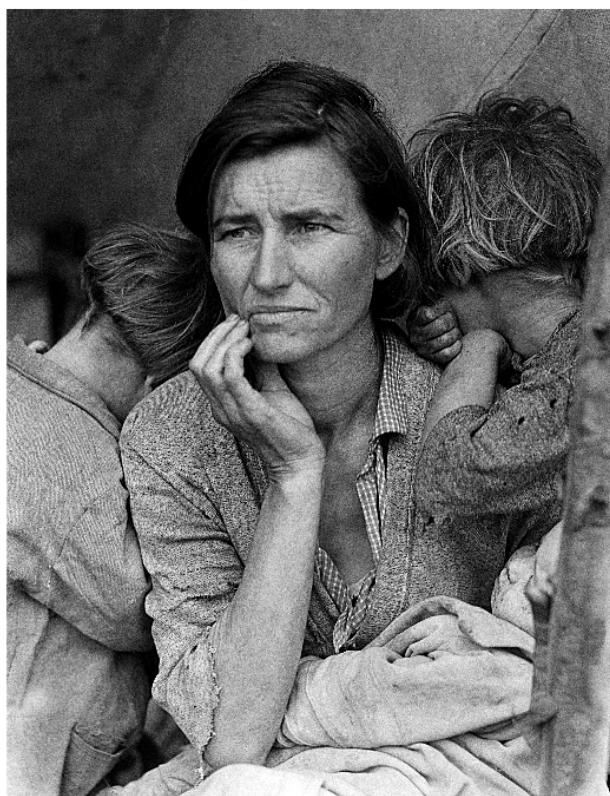


Figure 11: Ulazna slika

3.2 Laplacian

U ovom delu je primenjen laplacian operator koeficejanata $w = [010; 1 - 41; 010]$. Zato što Laplasijan pojačava prelaze na slici a oslabljuje regije sa malim i sporim promenama intezitata. Zbog ovoga će dobijena slika imati pojačane ivice, dodavanjem ovog rezultata na originalnu sliku dobija se slika sa finalni rezultat.

Laplacian filter

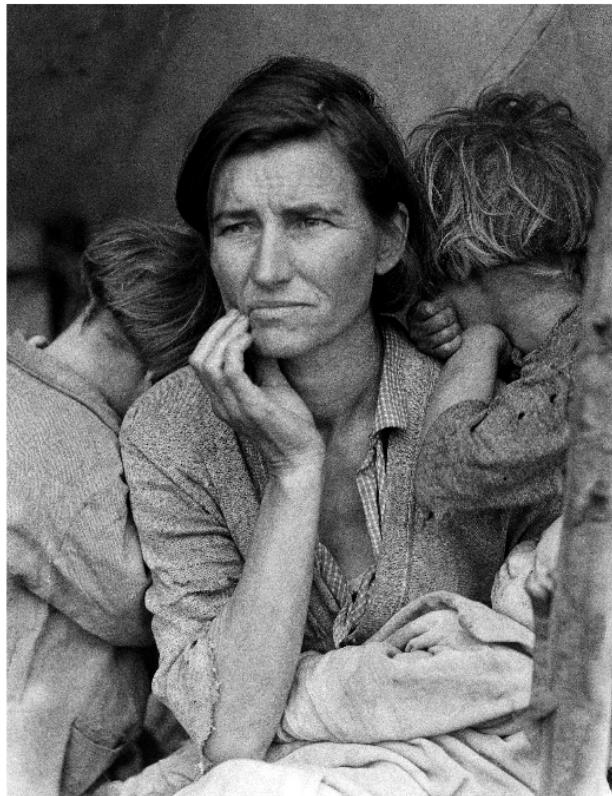


Figure 12: Ulazna slika

Prepostavlja se da slika nije toliko dobro izoštrena zato što ima dosta šuma u pozadina koji se ovom metodom zajedno sa ivicima povećani. Pokušaj ispravke tog problema se nalazi u nastavku.

3.3 Sobel gradijent

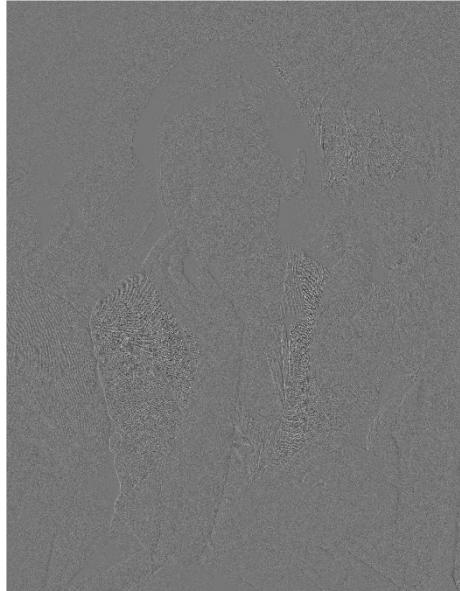
Zbog ne prevelike uspešnosti prethodne metode uvedena je i metoda gradijenta. Pretpostavka je će ova metoda koja kombinuje gradijent i *lowpass* filter imati bolje rezultate zato što će isfiltrirati šum.

Postupak se sastoji od sledećih koraka.

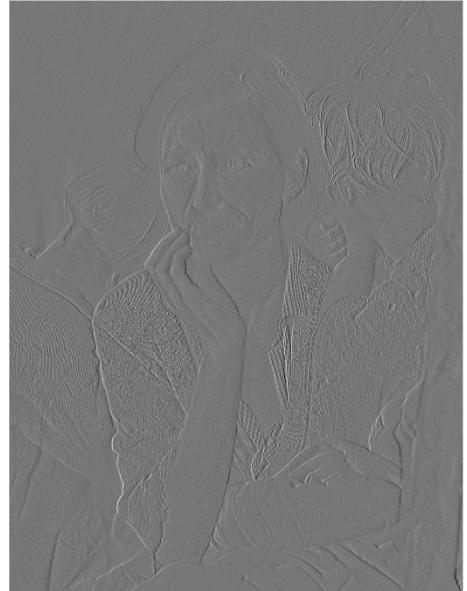
1. Računanje *Sobel* gradijenta Figure 13.a
2. Primena *lowpass* filtra na gradijent Figure 13.b
3. Dodavanje usrednjjenog gradijenta na početnu sliku Figure 13.c
4. Popravka kontrasta Figure 13.d

Kako bi se svi koraci korektno videli slike se nalaze na narednoj strani

Sobel gradient ulazne slike

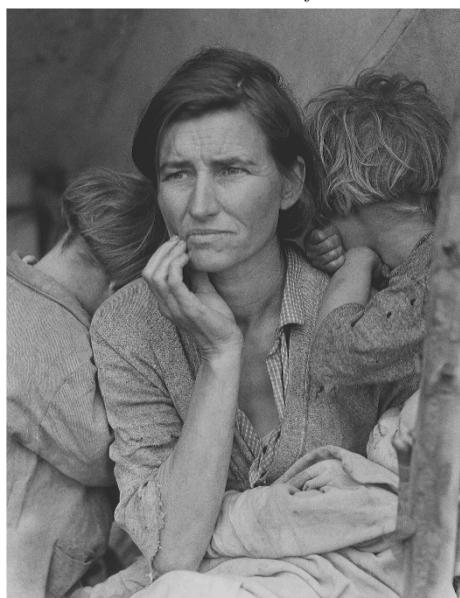


Usrednjeni gradient



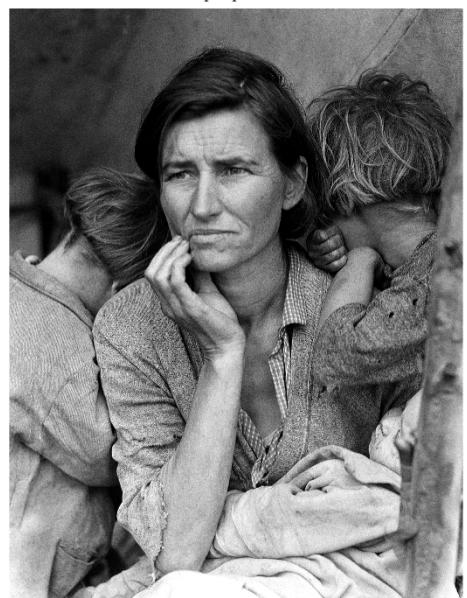
(a) Sobel gradijent

Slika nakon sabiranja



(b) Sobel gradijent nakon low pass filtra

Slika nakon porpravke kontrasta



(c) Suma originalne i dobijene slike

(d) Slika pojačanog kontrasta

Figure 13: Postupak izoštravanja
14

3.4 Kombinovana metoda

U fajlovima domaćeg se nalazi fajl *sharpening_combined.m* u kojem je realizovana metoda koja kombinuje Laplasijan metodu i metodu sa Sobel gradientom. Ovaj metod je opisan u knjizi Digital Image Processing, i koristi malopre navedenu činjenicu da će Laplasijan, , *pokupiti*, , i šum, dok će gradijent isfiltrirati šum ali i sigurno izgubiti neke ivice filtriranjem. Pokretanjem skripte se generišu i međurezultati ove obrade koji nisu uključeni u izveštaj radi smanjivanja robosnusti istog.

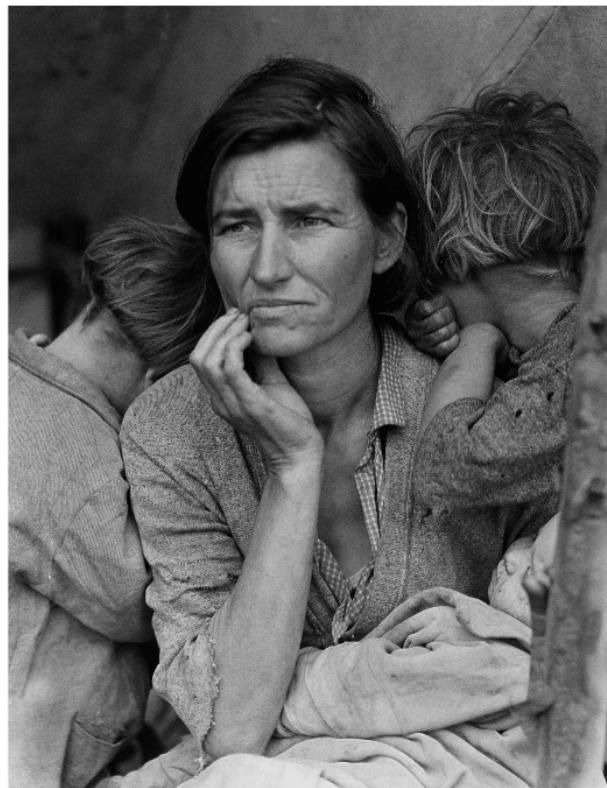


Figure 14: Kombinova metoda Laplasian i Sobel Gradient

3.5 Rezultati

Pošto za meru izoštrenje slike ne postoji jasna metrika, tj. sam rezultat je dosta subjektivna stvar doneta je subjektivna odluka da prva metoda daje najbolje rezultate.

4 Restauracija slike

U trećem delu domaćeg bilo je potrebno restaurirati slike *corrupted1*, *corrupted2* i *corrupted3* istom funkcijom, ukoliko je pozanata slika *original1*. Tj. na osnovu prve slike potrebno je odrediti sve dodate smetnje na originalnu sliku.

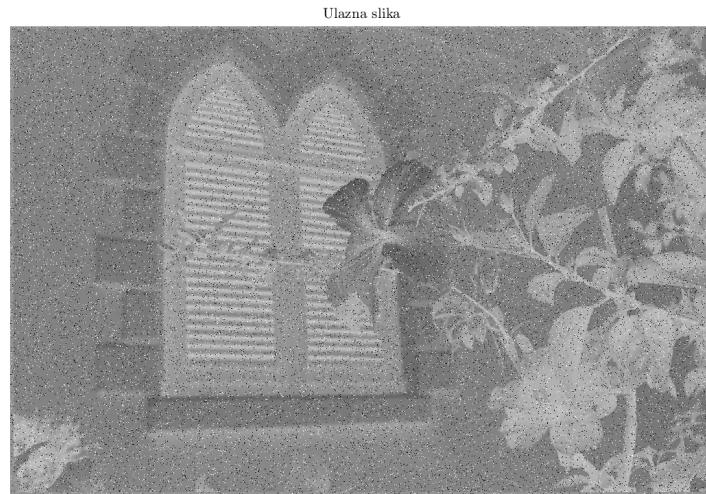


Figure 15: Slika sa smetnjama

Prva stvar koja se primećuje je impulsjni šum, tj **salt and papper** šum. Ovaj šum odlikuje osobinom da su inteziteti piksela koji mu pripadaju dosta veći ili manji od okoline. To znači da se ova smetnja može odstraniti filtriranjem *median* filtrom.



Figure 16: Uklonjen salt and papper šum

Nakon odstranjivanja prve smetnje sledeća stvar koja se primećuje da je ovo negativ originalne slike. Jednostavnim oduzimanjem vrednosti piksela od 255 postavlja piksele na odgovarajući intezitet.



Figure 17: Negativ

Dobijenoj slici su pojačane ivice low pass metodom.



Figure 18: Izoštrena slika

Na kraju je potrebno samo pojačati kontrast slike i dobijamo sliku bez smetnji.



Figure 19: Finala slika, pojačan kontrast

Rezultati otklanjanja smetnji na ostalim slikama su u nastavaku.



Figure 20: Corrupted2



Figure 21: Corrupted3

Potencijalno poboljšanje je promena medijan filtra (koji je u ovom slučaju 3x3), jer on pomalo usrednjava ivice. Ali pošto nakon promene ovakvog medijan filtra nije došlo do poboljšanja rezultati nisu uključeni u izveštaj.

5 Realizacija funkcije `dos_histmatch`

Implementacija funkcije `dos_histmatch` se bazira na postupku specifikacije histograma opisanom u knjizi Digital Image Processing. Za razliku od istog ovog postupka u kontinualnom domenu, ovaj način ne garantuje identično poklapanje sa referentim histogramom. U nastavku je objasnjen postupak po kom je realizovana tražena funkcija.

Prvi korak je ekvalizacija histograma ulazne slike. Pretpostavimo da je s intezitet piskela slike sa uniformnim histogramom, to znači da je verovatnoća pojavljivanja tog inteziteta $p_s(s) = \frac{1}{L-1}$, gde L predstavlja maksimalnu vrednost inteziteta piksela. Problem ekvalizacije se svodi na nalaženje transfer funkcije $s = T(r)$, gde r predstavlja intezitete piksela ulazne slike. Daljemo imamo da je

$$s_k = T(r_k) = (L - 1) * \sum_{j=1}^k p_r(r_j)$$

Desna strana jednačine predstavlja kumulativnu funkciju raspodele promenljive r . Verovatnoće $p_r(r)$ se mogu lako dobiti iz histograma ulazne funkcije prostim deljenje sa ukupnim brojem piskela na slici. Nakon računanja s_k dobijamo transfer funkciju $T(r)$, i prostim racunanjem inverzne funkcije $T(s)^{-1}$ dobijemo ekvalizirane nivoe. Sledeći korak u mečovanju histograma je uvođenje histograma referente slike, tj. mapiranja sa uniformnog na referentni histogram. Slično kao i u prvom delu imamo

$$s_k = G(z_k) = (L - 1) * \sum_{j=1}^k p_z(z_j)$$

sledi da je $G(s_k)^{-1} = z_q$, gde su z_q tražene vrednosti piksela. Konačno, ceo postupak se svodi nalazenje transfer funkcija T i G^{-1} , i primene prvo funkcije T za dobijenje vrednosti s_k pa primene $G^{-1}(sk)$ za dobijanje vrednosti piksela izlazne slike.

5.1 Rezultati

U nastavku su date slike nakon upotrebe funkcije `dos_histmatch` kao i nakon upotrebe Matlab funkcije `histeq`.

5.1.0.1 Ekvalizacija histograma slike street.tif

Poredjenjem histograma ulazne slike, Figure 23, i slike nakon primene funkcije *dos_histmatch*, Figure 25, primećuje se da pikseli sada imaju vrednosti u celom opsegu tj. [0, 255] za razliku od ulazne slike koja ima vrednosti u opsegu [0, 60]. Kao što je već rečeno ovaj metod ne obezebeđuje skroz unifroman rezultal, ali su rezultati i dalje zadovoljavajući. Na slici Figure 27 je dat rezultat ugradjene Matlab funkcije za ekvalizaciju histograma, primećuje se , u nedostatku odgovarajuće metrike, da su rezultati približno isti.

Napomena Rezultati su dobijeni primenom funkcije na svaki kanal ulazne slike.

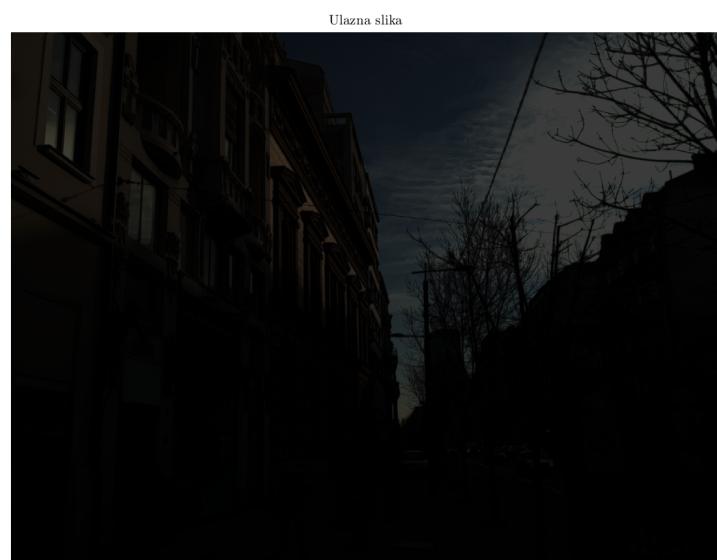


Figure 22: Ulazna slika street.tif

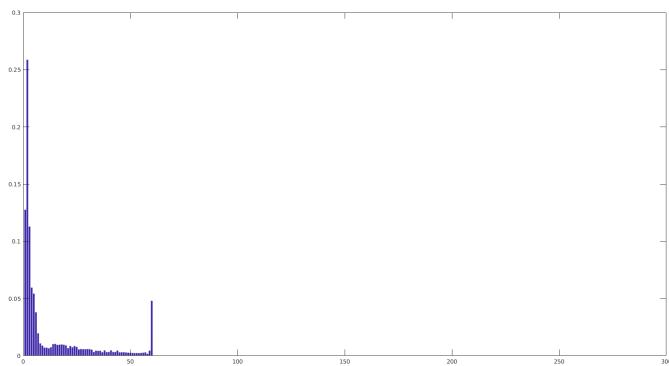


Figure 23: Histogram ulazne slike street.tif

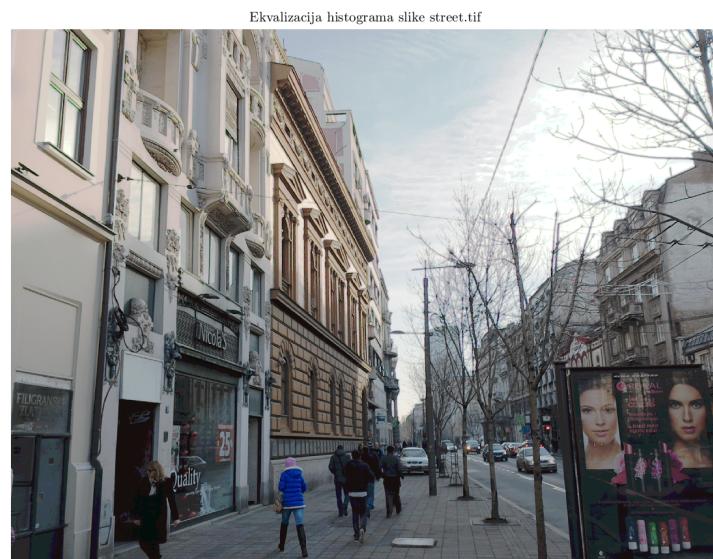


Figure 24: Slika nakon ekvalizacije histograma, custom funkcija

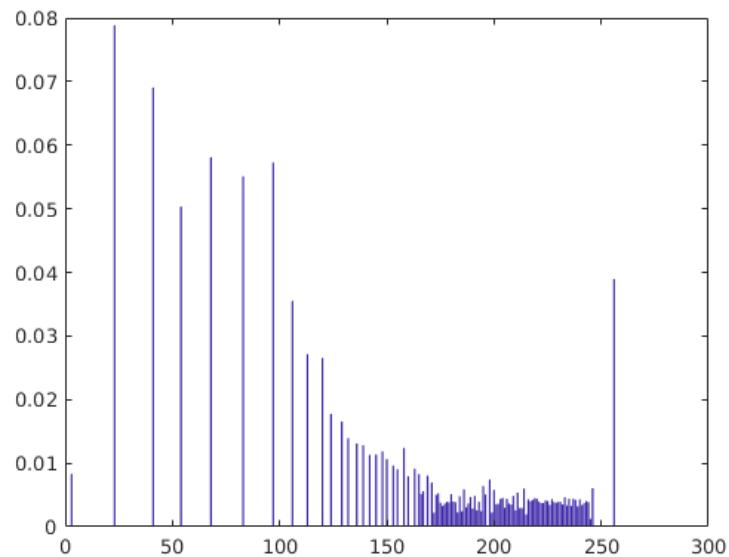


Figure 25: Histogram nakon ekvalizacije, custom funkcija

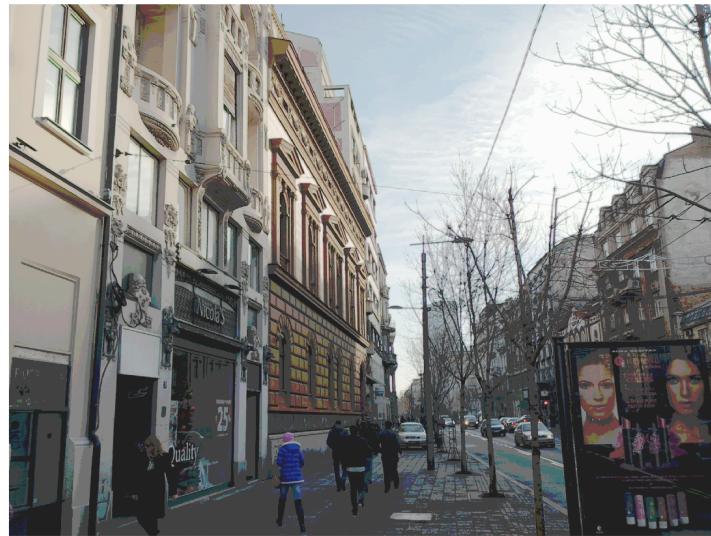


Figure 26: Slika nakon ekvalizacije histograma, ugradjena matlab funkcija

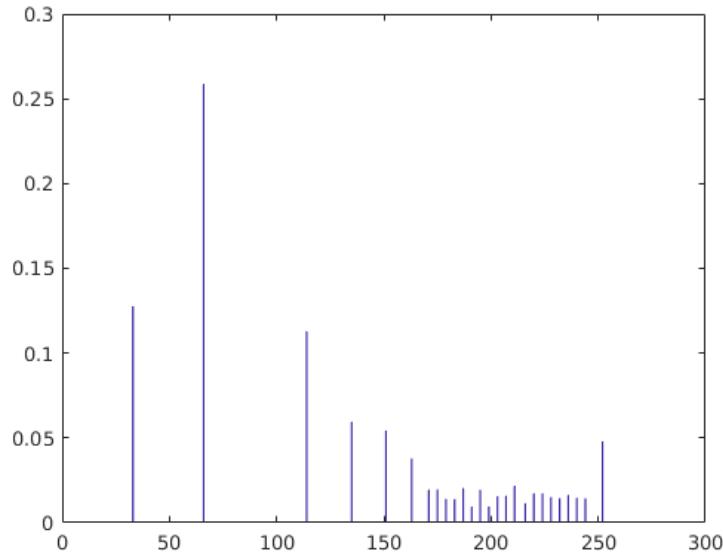


Figure 27: Histogram nakon ekvalizacije, ugradjena matlab funkcija

5.1.0.2 Prenos boja sa slike sunset.jpg na sliku landscape.jpg

Prenos boja sa slike sunset na sliku landscape je realizovan tako sto je funkcija za mečovanje histograma primenja na svaki kanal pojedinačno. Tj. Histogram R kanala ulazne slike je mečovan sa hisogramom R kanala referente slike, etc.

Vizuelnim poređenjem slika Figure 28, Figure 29 i Figure 30, primećuje se da su boje promenjene. Poređenjem Figure 29 i Figure 30, primećuje se da custom napisana funkcija i matlab ugradjena funkcija daju slične rezultate.



Figure 28: Landscape.jpg



Figure 29: Sunset.jpg



Figure 30: Prenos boja koricenjem custom funkcije



Figure 31: Prenos boja koriscenjem ugradjene matlab funkcije