

# Ocena algoritama za otkrivanje oštine slike sa primenom na kodovane video sekvence

Maja Pokrić, *Member IEEE*, Nestor Reščanski, Dragan Kukolj, *Member IEEE*, Željko Lukač, *Member IEEE*

**Sadržaj** — U ovom radu je opisan algoritam za otkrivanje oštine slike bez reference. Algoritam za otkrivanje oštine slike je predložen i detaljno opisan u [1]. Svrha rada je verifikacija implementacije algoritma, koja se može integrisati u sistem za ocenu kvaliteta slike. Dati su rezultati ispitivanja, opisani blokovi od kojih se algoritam sastoji. Takođe je opisana i funkcionalnost blokova. Algoritam je realizovan pomoću programskog jezika C.

**Ključne reči** — zamagljenje, pojava blokova, algoritam bez reference

## I. UVOD

U multimedijalnom svetu primena digitalnih slika je postala uobičajena. Prelaskom sa analognog na digitalni domen otvorene su nove mogućnosti u obradi slika i video sekvenci. Dve najčešće operacije koje se izvode su kompresija i smanjenje šuma. Za smeštanje (čuvanje) velikih slika i njihov prenos potrebni su efikasni mehanizmi za kompresiju.

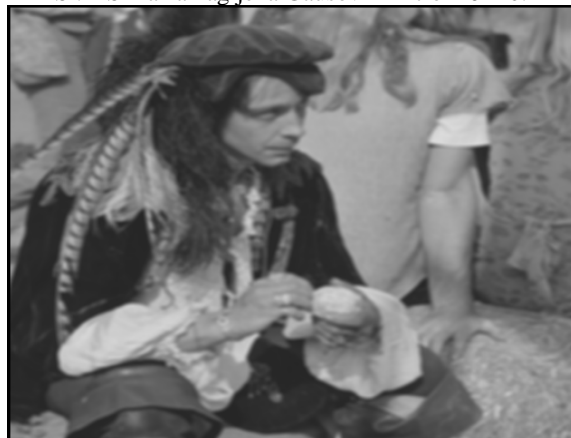
Video je postao deo svakidašnjice, npr. emitovanje televizijske slike. Mnoge druge video aplikacije uključuju: video poziv, telekonferenciju, satelitsko izviđanje, autonomnu navigaciju, obradu astronomskih i medicinskih slika. Kvalitet digitalne slike ili videa je veoma važan zbog sve većih zahteva od strane korisnika. Da bi se povećao kvalitet digitalne slike ili videa potrebno je uočiti i izmeriti, objektivno i subjektivno, različite smetnje (artifakte) koji se pojavljuju u njima. Algoritmi za subjektivnu ocenu kvaliteta slike koriste informacije kandidata koji posmatraju određeni niz slika i daju određene ocene, dok se kod objektivne ocene koriste informacije i osobine dobijene iz same slike. Postoje razne smetnje: pojava blokova (eng. *Blockiness*), zamagljenje (eng. *Blurriness*), *ringing* ... Većina postojećih mera zahteva referentnu i obradenu sliku ili video da bi se

uočili određeni artefakti. Takve mere predstavljaju ograničenja za aplikacije koje ih koriste. Bolje rešenje predstavljaju mere bez reference (eng. *no-reference metrics*). Mera bez reference nije vezana za referentnu sliku (original), već predstavlja meru za datu sliku ili video za koji se primenjuje.

U ovom radu biće predstavljen algoritam za otkrivanje oštine slike bez reference, kao i uticaj pojave blokova na samo otkrivanje. U daljem tekstu će se umesto termina oština koristiti termin zamagljenje koji predstavlja suprotnu pojavu od oštine. Ocena zamagljenja je radjena bez pretpostavki na koji način je došlo do zamagljenja. Ocena je definisana u prostornom domenu kao širenje ivica. Na slikama Sl. 1 i Sl. 2 dati su primeri slika sa različitim nivoom zamagljenja. Zamagljenje je dobijeno obradom originalne slike Gausovim filtrom sa različitim vrednostima parametra  $\sigma$ .



Sl. 1 Slika zamagljena Gausovim filtrom  $\sigma = 0.4$



Sl. 2 Slika zamagljena Gausovim filtrom  $\sigma = 2.0$

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva za nauku Republike Srbije, projekat 161003, od 2008. god.

Maja Pokrić, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Srbija, odsek Računarstvo i automatika, Trg Dositeja Obradovića 6 Novi Sad; (telefon: 381-21-4801-455-946; e-mail: maja.pokric@rt-rk.com).

Nestor Reščanski, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Srbija, odsek Računarstvo i automatika, Trg Dositeja Obradovića 6 Novi Sad (telefon: 381-21-4801-119; e-mail: nestor.rescanski@rt-rk.com).

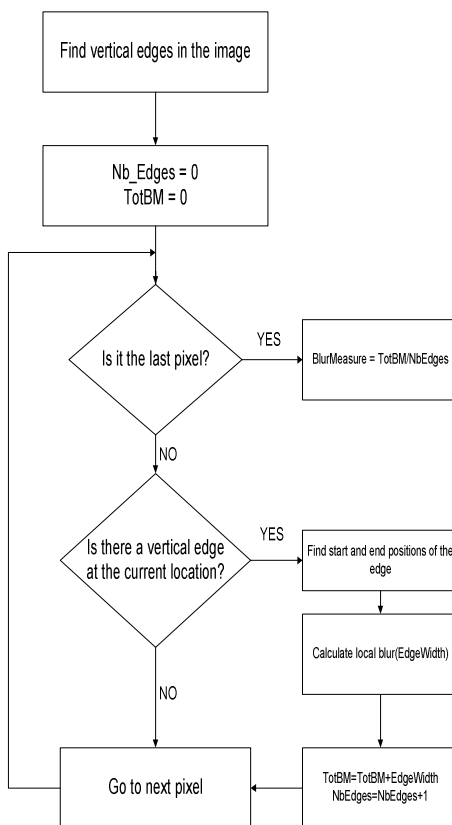
Dragan Kukolj, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Srbija, odsek Računarstvo i automatika, Trg Dositeja Obradovića 6 Novi Sad; (telefon: 381-21-4801-455-946; e-mail: dragan.kukolj@rt-rk.com).

Željko Lukač, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Srbija, odsek Računarstvo i automatika, Trg Dositeja Obradovića 6 Novi Sad; (telefon: 381-21-4801-176; e-mail: zeljko.lukac@rt-rk.com).

U daljem tekstu, u poglavlju II, biće dat opis algoritma za ocenu zamagljenja slike, kao i opis funkcionalnih blokova koji ga čine. Poglavlje III sadrži opis uticaja pojave blokova na ocenu zamagljenja, kao i opis jednog rešenja tog problema. U poglavlju IV su dati ispitni rezultati predstavljenog algoritma.

## II. OPIS ALGORITMA ZA OCENU ZAMAGLJENJA SLIKE

U ovom poglavlju će biti objašnjen algoritam koji se koristi za ocenu zamagljenja slike. Slika postaje zamagljena kada se priguše visoke prostorne frekvencije spektra. Postoje razne vrste zamagljenja u zavisnosti od toga kako su nastala. Jedan od uzroka nastanka zamagljenja je kompresija slike odnosno videa. Za ovaj algoritam nisu potrebne informacije o originalnoj slici kao ni poznavanje uzroka zamagljenja. Rezultat algoritma predstavlja meru koja se odnosi na uočeno zamagljenje na određenoj slici odnosno videu. Merenje je definisano u prostornom domenu. Zamagljenje je vidljivo uz ivice uočene na slici, pa su proračuni vezani za merenje širenja ivica. Algoritam je prikazan na slici Sl. 3.



Sl. 3 Algoritam za ocenu zamagljenja slike

Prvi korak predstavlja nalaženje ivica na slici i u ovom slučaju je primenjen Sobelov operator koji se računa kao kvadratni koren od izvoda horizontalnog ( $g_x$ ) i vertikalnog ( $g_y$ ) pravca. Odgovarajući operator koji se koristi, sastoji se od 3x3 konvolucione matrice kao što je prikazano na Sl. 4.

(a) $\Delta_x$
-1 0 1
-2 0 2
-1 0 1

(b) $\Delta_y$
1 2 1
0 0 0
-1 -2 -1

Sl. 4 Matrica za horizontalno i vertikalno otkrivanje ivica u Sobelovom operatoru

Izlaz Sobelovog operatora, tj. vrednost gradijenta, za diskretnu prostornu poziciju  $(x,y)$ , je data izrazom:

$$G(x, y, t) = \sqrt{g_x^2(x, y, t) + g_y^2(x, y, t)} \quad (1)$$

Drugi korak je traženje piksela koji pripadaju ivici. Traženje piksela koji pripadaju ivici izvedeno je po vertikalni tj. po redovima matrice koja predstavlja sliku. Smatra se da piksel pripada ivici ako vrednost Sobelovog operatora za taj piksel prelazi određeni prag. Prag je određen eksperimentalnim putem i može da varira od slike do slike. Kada se nađe na piksel koji pripada ivici, pristupa se računanju širine ivice.

Širina ivice je računata tako što su tražene ekstremne vrednosti Sobelovog operatora u okolini piksela prepoznatog kao deo ivice. Pronalaženje ekstrema je vršeno u okviru reda u kom je prepoznat piksel ivice. *Start* i *end* su pozicije piksela koji predstavljaju nađene lokalne ekstreme, tako da je širina ivice  $EdgeWidth = end - start$  izražena u pikselima. Tako se za svaki nađeni piksel ivice računa vrednost *EdgeWidth*. Nakon obrađene cele slike promenljiva *TotBM* sadrži sumu svih širina ivica za sve prepoznate piksele ivice, a *NbEdges* predstavlja broj prepoznatih piksela ivice. Konačna ocena zamagljenja je računata formulom:

$$BlurMeasure = TotBM/NbEdges \quad (2)$$

Promenljiva *BlurMeasure* predstavlja krajnji rezultat algoritma i to je ocena zamagljenja za datu sliku ili okvir videa.

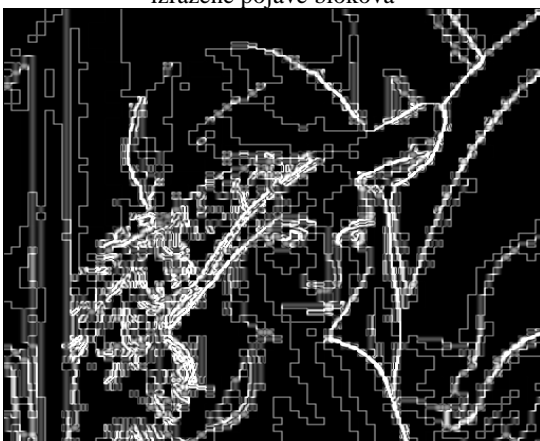
## III. UTICAJ POJAVE BLOKOVA NA OTKRIVANJE ZAMAGLJENJA SLIKE

Problem koji se javlja kod ocene zamagljenja zasnovane na merenju širenja ivica je uticaj pojave blokova u slici. Pojava blokova je najzastupljeniji artefakt kompresije. Posledica je grube kvantizacije a manifestuje se kao veštačka granica dva susedna bloka. Pojava blokova je posledica gotovo svih algoritama kompresije koji se zasnivaju na obradi bloka. Medju najpopularnijim algoritmima kompresije koji kao posledicu imaju pojavu blokova su JPEG i MPEG standardi. Ako je na slici izražena pojava blokova, primenom prethodno opisanog algoritma za ocenu zamagljenja dolazi se do problema da Sobelov operator blokove prepoznaje kao ivicu. Na slici Sl. 5 je prikazan izlaz iz Sobelovog operatora bez izražene

pojave blokova, dok je na slici Sl. 6 izražena pojava blokova.



Sl. 5 Slika nakon primene Sobelovog operatora bez izražene pojave blokova



Sl. 6 Slika nakon primene Sobelovog operatora sa izraženom pojavom blokova

Algoritam opisan u prethodnom poglavlju, računanja obavlja na celoj slici, red po red date matrice. Prvi korak u rešavanju problema bio je da se računanje ocene zamagljenja radi na blokovima veličine 8x8 date slike. Prvobitna ideja da se algoritam za ocenu zamagljenja kombinuje sa algoritmom za ocenu pojave blokova nije davala dobre rezultate. Konačan model programske podrške je razvijen tako da se obrada obavlja nad blokovima 8x8 date slike, ali da se blokovi u kojima se nadje vertikalna linija visine osam piksela ne uzimaju u obzir. Pretpostavka je da je kod blokova kod kojih je nadjena vertikalna linija visine osam piksela, čija je vrednost veća od nekog određenog praga, došlo do pojave bloka. Prethodno spomenuti prag se računa za svaki blok posebno i predstavlja standardnu devijaciju vrednosti Sobelovog operatora za taj blok. Kao i kod algoritma opisanog u prethodnom poglavlju, računate su vrednosti *EdgeWidth*, *TotBM*, *BlurMeasure*, *NbEdges* na osnovu blokova veličine 8x8. Krajnji rezultat predstavlja srednju vrednost nad svim blokovima slike.

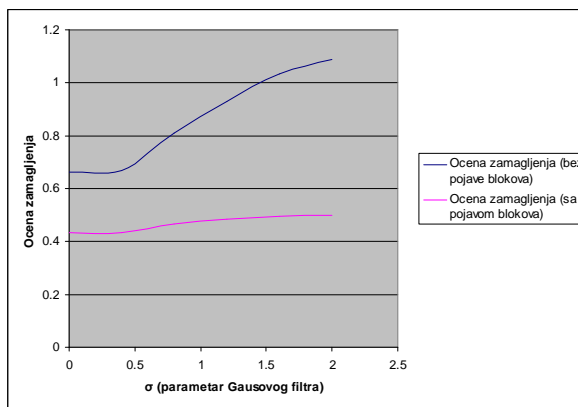
#### IV. REZULTATI ISPITIVANJA

U ovom poglavlju biće prikazani rezultati algoritma koji ne uzima i algoritma koji uzima u obzir efekat pojave

blokova. Tabela 1 sadrži rezultate za skup testnih slika. Ispitivanje je obavljeno na originalnoj slici i pet nivoa zamagljenja dobijenih obradom originala Gausovim filtrom sa parametrom  $\sigma = \{0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0\}$ . Na slici Sl. 7 je prikazan grafik odnosa ocene zamagljenja i  $\sigma$  parametra Gausovog filtra. Ocena zamagljenja (bez pojave blokova) se odnosi na algoritam koji ne uzima, a ocena zamagljenja (sa pojavom blokova) algoritam koji uzima u obzir efekat pojave blokova.

Tabela 1: Testni rezultati

Testna slika	Ocena zamagljenja (bez pojave blokova)	Ocena zamagljenja (sa pojavom blokova)
Lena (original)	0.661525	0.432177
Lena( $\sigma = 0.4$ )	0.67009	0.435378
Lena( $\sigma = 0.8$ )	0.810322	0.465743
Lena( $\sigma = 1.2$ )	0.929846	0.486029
Lena( $\sigma = 1.6$ )	1.035013	0.496414
Lena( $\sigma = 2.0$ )	1.088067	0.500411
Barbara(original)	0.600138	0.440591
Barbara ( $\sigma = 0.4$ )	0.612057	0.443575
Barbara ( $\sigma = 0.8$ )	0.751262	0.475099
Barbara ( $\sigma = 1.2$ )	0.89258	0.495643
Barbara ( $\sigma = 1.6$ )	1.013649	0.51898
Barbara ( $\sigma = 2.0$ )	1.091045	0.508802



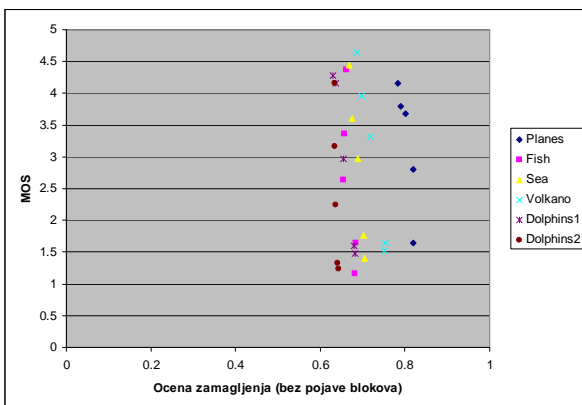
Sl. 7 Grafik odnosa ocene zamagljenja i  $\sigma$  parametra Gausovog filtra

Tabela 2 sadrži rezultate za oba algoritma za par slika, original-kompresovana. Kompresovana slika predstavlja testnu sliku sa visokim nivoom kompresije i izraženim efektom pojave blokova.

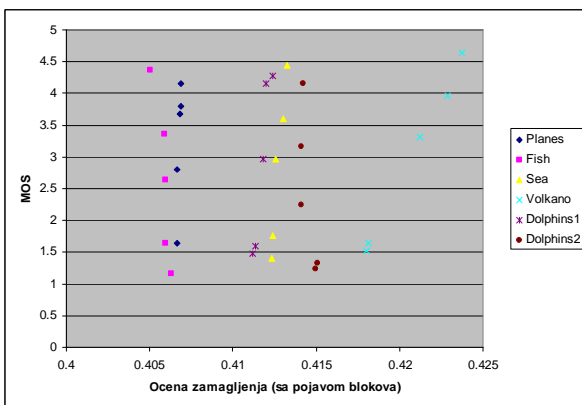
Tabela 2: Rezultati za testni par original-kompresovana slika

Testna slika	Ocena zamagljenja (bez pojave blokova)	Ocena zamagljenja (sa pojavom blokova)
Lena(original)	0.661525	0.432177
Lena(kompresovana)	1.308856	0.510601
Peppers(original)	0.736494	0.447681
Peppers(kompresovana)	1.074792	0.496327

Algoritmi su ispitivani i na testnim video sekvencama. Testne sekvence predstavljaju skup, originalni video i pet videa sa različitim nivoima degradacije. Nivoi degradacije su izraženi različitim vrednostima *bitrate*-a korišćenim pri kodovanju sekvenci (*bitrate* = 0.5, 1, 2, 3, 4 Mb/s). Za pomenute sekvence postoje subjektivne ocene (eng. Mean Opinion Score - MOS). Na slici Sl. 8 je prikazan grafik odnosa subjektivnih ocena i vrednosti algoritma za ocenu zamagljenja (bez pojave blokova), dok je na slici Sl. 9 isti odnos za algoritam za ocenu zamagljenja (sa pojavom blokova).



Sl. 8 Odnos MOS vrednosti i medijana ocene zamagljenja (bez pojave blokova)



Sl. 9 Odnos MOS vrednosti i medijana ocene zamagljenja (sa pojavom blokova)

## V. ZAKLJUČAK

Algoritmi za ocenu zamagljenja slike, koji su opisani u ovom radu, mogu da se primenjuju na slike različitih rezolucija, kao i na video sekvence. Na osnovu priloženih rezultata ispitivanja zaključeno je da algoritam koji ne uzima u obzir efekat pojave bloka daje dobre rezultate pri ispitivanju na skupu slika koje su obradene Gausovim

filtrim. Algoritam koji uzima u obzir efekat pojave bloka daje korektnu rezultate za isti skup slika, ali su razlike ocena za različite nivoe zamagljenja manje nego kod drugog algoritma. Kako se povećava nivo zamagljenja u slikama tako se povećava i sama ocena, što se može videti na odgovarajućim graficima.

Rezultati ispitivanja na postojećim video sekvencama nisu zadovoljavajući. Oba algoritma daju približne ocene za sve nivoe degradacije. Takođe se ne može uočiti uniformnost rezultata, tj. da ocena raste pri povećavanju nivoa degradacije što se može uočiti i na priloženim graficima.

## LITERATURA

- [1] Pina Marziliano, Frederic Dufaux, Stefan Winkler and Touradj Ebrahimi - „A no-reference perceptual blur metric“
- [2] Rony Ferzli, Lina J. Karam, - A No-Reference Objective Image Sharpness Metric Based on Just-Noticeable Blur and Probability Summation
- [3] L. Shizhong and A. C. Bovik, “Efficient DCT-Domain Blind Measurement and Reduction of Blocking Artifacts”, IEEE Trans. on Circuits and systems for Video Technology, Vol. 12, NO. 12, December 2002. Mark Gordon Arnold University of Wyoming: “Verilog Digital Computer Design: Algorithms into Hardware”, Prentice Hall PTR, 1999.
- [4] A. S. Carasso. Linear and nonlinear image deblurring: A documented study. SIAM journal on Numerical Analysis, 36(6):1659-1689, 1999.
- [5] J. H. Elder and S. W. Zucker. Local scale control for edge detection and blur estimation. IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, 20(7): 699-716, July 1998.

## ABSTRACT

This paper describes a no-reference algorithm for image sharpness detection. Algorithm is proposed and described in [1]. The purpose of this paper is to verify an implementation which can be integrated into a picture quality measurement system. Detailed test results are given, as well as the descriptions of the main processing blocks. The algorithm is implemented in C programming language.

## AN EVALUATION OF ALGORITHMS FOR IMAGE SHARPNESS DETECTION APPLIED TO ENCODED VIDEO SEQUENCIES

Maja Pokrić, Nestor Reščanski, Dragan Kukulj, Željko Lukač