

# Algoritam za detekciju ivica slike sa postfiltrom

Ratko Ivković

Departman za Elektrotehničko i Računarsko inženjerstvo  
Fakultet Tehničkih Nauka  
Kosovska Mitrovica, Srbija  
[ratko.ivkovic@ymail.com](mailto:ratko.ivkovic@ymail.com)

Ivana Milošević

SP Audio i video tehnologije  
Visoka škola elektrotehnike i računarstva  
Beograd, Srbija  
[petrovicvanja@yahoo.com](mailto:petrovicvanja@yahoo.com)

Boris Gara

MUP Republike Srbije  
Beograd, Srbija  
[borisgara@yahoo.com](mailto:borisgara@yahoo.com)

Siniša Minić

Učiteljski fakultet  
Leposavić, Srbija  
[sinisaminic@yahoo.com](mailto:sinisaminic@yahoo.com)

Vladimir Daković

Elektrotehnički fakultet  
Beograd, Srbija  
[dakovicvlada@gmail.com](mailto:dakovicvlada@gmail.com)

**Sadržaj**—U radu je predstavljen algoritam za detekciju ivica slike sa postfiltrom implementiran u softverskom paketu Matlab. Realizovan programski kod je primenjen nad slikama sa različitim brojem detalja. Pomoću programskog koda dobijene su vrednosti Entropije i vrednosti broja detalja rekonstruisanih slika za 2D diskretnu kosinusnu transformaciju i wavelet transformaciju za različite vrednosti praga detekcije. Dobijene vrednosti su grafički prikazane i na osnovu njih analiziran je kvalitet algoritma za detekciju ivica. Kao glavni doprinos ističe se programski kod algoritma za detekciju ivica koji korisniku omogućava potpunu slobodu u definisanju parametara algoritma, kako praga detekcije tako i postfiltra.

**Ključne reči** - detekcija ivica slike; prag detekcije; median filter

## I. UVOD

Detekcija ivica ima veliku primenu pogotovo u definisanju objekata u okviru statične slike. Na većem nivou detekcija ivica koristi se u okviru interfrejma i intrafrejma kada se formira video. Ovo je naročito izraženo kod video kodeka zadnjih generacija [1].

Niskopropusni deo frekvencijskog područja slike nosi značajan deo energije ali je relativno malo upotrebljiv sa stanovišta vizuelnog kvaliteta slike kao i za mašinsku verziju. Sa druge strane, visokopropusni deo spektra slike je male energije ali nosi značajan deo informacija. Osnovni problem visokofrekventnog dela je mala energija, tako da ovaj deo spektra brzo „utone“ u šum.

Najvažniji deo visokofrekventnog dela spektra su ivice. Objekat i slika su potpuno prepoznatljivi samo na osnovu ivica, zato je veoma važna definicija ivica [2]. Ivice se mogu zapisati u binarnoj formi i kao takve efikasno obrađivati. Na osnovu detektovanih ivica može se podešavati veličina lokalnih piksela kod algoritama za filtriranje. Ivice se može definisati kao zona slike u kojoj dolazi do nagle promene osvetljenja. Osnovna ideja kod detektora ivica je da na osnovu poređenja odziva detektora  $e(x,y)$  sa nekim pragom, koji može biti zavistan od pozicije  $T(x,y)$ , donese binarna odluka jeste ili nije ivica. Stoga je sama slika koja predstavlja ivice binarna:

$$iv(x,y) = \begin{cases} 1 & e(x,y) \geq T(x,y), \\ 0 & e(x,y) < T(x,y), \end{cases} \quad (x,y) \quad (1)$$

Vrednost funkcije 1 govori da pripada ivici, suprotno, za vrednost 0 da ne pripada ivici. Drugim rečima, detekcija ivica se zasniva na algoritmu koji će proveravati razliku parametara susednih piksela, i ako je ta granica veća od definisane u algoritmu (prag) detektovaće se piksel koji signalizira ivicu [3].

Kada je u pitanju RGB način zapisa slike, vrednost svakog piksela može da zauzme vrednost od 0 – 255, odnosno  $2^8$  bita. Pa se prag, odnosno razlika između dva piksela može definisati od 0 – 255. Iz svega ovoga se može zaključiti da što je prag veći, „otpornost“ algoritma na prag je veća, a što je prag manji „otpornost“ algoritma na detekciju ivice je manja. Poželjno je da prag definiše korisnik algoritma, ali to u velikom broju slučajeva nije moguće, već je prag podrazumevana vrednost i iznosi manje od 10% maksimalne vrednosti koju piksel može

da zauzme (oko 25). Jedinica za prag kod RGB zapisa slike je bit [4].

## II. MERENJE KVALITETA DOBIJENIH SLIKA

### A. Entropija

Na osnovu teorije verovatnoće kao modele za matematičke izvore koje je Shannon definisao, podaci koje proizvodi neki izvor se tretiraju kao slučajne promenljive. Ovakav informatički koncept Shannon-ove entropije je diskretna slučajna promenljiva  $X$  koja poseduje verovatnoću distribucije  $p_x = (p_1, p_2, \dots, p_n)$  i definiše se kao:

$$H(X) = H(p_x) = \sum_{i=1}^n p_i \log \left( \frac{1}{p_i} \right). \quad (2)$$

Termin  $\log 1/p_i$  pokazuje količinu neizvesnosti povezanu sa odgovarajućim ishodom. Takođe, može se posmatrati iznos dospelih informacija posmatrajući taj ishod. Dakle, entropija predstavlja meru statističke sredine od neizvesnosti ili informacije [5].

Na osnovu toga važi sledeće pravilo: funkcija  $p$  je neprekidna kada se funkcija  $p$  povećava sa  $n$ , odnosno, entropija dve slučajne promenljive je zbir pojedinačnih entropija. Ako je  $K_s$  minimalna vrednost, tada se entropija računa kao  $H(X)$  i  $H(X)+1$  [6].

Entropija je najveća kada su svi uzorci podjednako verovatni, odnosno  $H((p_1, p_2, \dots, p_n)) \leq \log n$  [7].

### B. Nivo detalja

Nivo detalja je mera varijacije vrednosti piksela na posmatranoj slici. Verovatnoća veće promene odgovara većem nivou detalja, a male promene detalja odgovaraju malom nivou detalja. Pošto ova osobina varira na slici ona se definiše lokalno. Merenje se vrši tako što se slika podeli u tri grupe: nizak nivo detalja (LL), srednji nivo detalja (ML) i visok nivo detalja (HL). Analiza je izvršena kroz dve najpopularnije transformacije: 2D Diskretna Kosinusna Transformacija (DCT) i 2D Wavelet Transformacija (DWT) uz pomoć CDF9/7 Wavelet. Rezultati se mogu podeliti u četiri kvadranta: (1) gornji levi na nižim frekvencijama duž obe dimenzije, (2) i (3) gornji desni i gornji levi sa višim frekvencijama duž obe dimenzije i (4) donji desni kvadrant sa višim frekvencijama duž obe dimenzije. Nakon toga se računa srednja vrednost amplitude i formiraju se novi kvadranti: DCT u kvadrantu (1) (dctd); DCT u kvadrantima (2) i (3) (dctm); DWT u kvadrantu (1) (dwtd) i DWT u kvadrantima (2) i (3) (dwtm) [8].

## III. ALGORITAM

Za razliku od ostalih algoritama za detekciju ivica koji se uglavnom baziraju na kompleksnoj matematici, glavna odlika algoritma opisanog u ovom radu jeste jednostavnost. Kod najvećeg broja algoritama detekcija se vrši pomoću gradijenta za  $x$  i  $y$  osu, pa se konačna slika dobija kao zbirni gradijent po  $x$  i  $y$  osi. Dakle, parametri koji utiču na detekciju ivica se ne menjaju. Glavna prednost algoritma opisanog u ovom radu je to što korisnik može definisati prag detekcije, kao i način filtriranja.

Zbog preciznijeg definisanja ivica, najpre je slika podeljena u RGB kanale,

```
slikaR = slika(:,:,1);
slikaG = slika(:,:,2);
slikaB = slika(:,:,3);
```

Cilj ovog odvajanja je da se može za svaki kanal ponaosob definisati poseban prag detekcije, i da svaki kanal prolazi kroz algoritam detekcije ivice.

```
RUN = 1;
while (RUN==1)
    prompt = {'Unesite vrednost praga za R-kanal
              ':'Unesite vrednost praga za G-kanal ':'Unesite
              vrednost praga za B-kanal ':'};
    dlg_title = 'Prag detekcije';
    num_lines = 1;
    def = {'13','13','13'};
    answer = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);
    if (isempty(answer))
        return;
    end
    PRAG_R = str2num(answer{1});
    PRAG_G = str2num(answer{2});
    PRAG_B = str2num(answer{3});
    if ((str2num(answer{1})>=0) &
        (str2num(answer{1})<=255)) & ((str2num(answer{2})>=0) &
        (str2num(answer{2})<=255)) & (str2num(answer{3})>=0) &
        (str2num(answer{3})<=255))
        RUN = 0;
    end
end
```

Algoritmom je definisano da je opseg praga detekcije od 0 do 255, dakle kompletan 8-bitni zapis. Samim tim ostavljeno je korisniku da u zavisnosti od potrebe sam definiše potreban prag detekcije, i što je veoma značajno to može raditi po kanalu. Podrazumevane vrednosti praga za analizirane slike su postavljene na 13, što čini oko 5% ukupnog opsega (0-255). Sledeći korak je detekcija ivica u svakom od kanala.

```
R = zeros(size(slikaR));
[a, b] = size(slikaR);
for i = 1:a-1
    for j = 1:b-1
        if slikaR(i, j) + PRAG_R > slikaR(i+1, j+1)
            R(i, j) = 0;
        elseif slikaR(i, j) - PRAG_R < slikaR(i+1, j+1)
            R(i, j) = 255;
        end
    end
end
```

Algoritam koristi sposobnost Matlab softverskog paketa da sliku predstavi matricom posebnih vrednosti, u kojoj svaka posebna vrednost odgovara vrednosti jednog piksela. Na početku ovog dela koda se formirala slika  $R$ , koja je identična po veličini kao slika  $slikaR$ , sa jedinom razlikom sto slika  $R$  je matrica sa svim vrednosima nula. Vrednosti  $a$  i  $b$  su

maksimalne vrednosti slike predstavljene kao 2D matrica, a  $i$  i  $j$  su brojačke promenjive koje mogu uzeti vrednosti od 1 do  $a-1$  i od 1 do  $b-1$ , respektivno. Detekcija počiva na poređenju susednih piksela, i to uslovnom petljom. Ukoliko je vrednost posmatranog piksela uvećanog za vrednost definisanog praga za taj kanal veća od vrednosti sledećeg piksela, na toj poziciji u matrici  $R(i,j)$  se upisuje 0. Drugi deo uslovne petlje se odnosi na detekciju ivice i to, ako je vrednost posmatranog piksela umanjena za vrednost definisanog praga, manja od vrednosti sledećeg piksela ( $i+1, j+1$ ) u tom slučaju na poziciju  $R(i,j)$  upisuje se vrednost 255. Samim tim algoritam funkcioniše na osnovu definisanog praga i ako dođe do zadovoljavanja uslova upisuje se bela boja, odnosno vrednost 255. Isti postupak se ponavlja za  $G$  i  $B$  kanal.

Nakon ovakvog detektovanja ivica po kanalu neophodno je spojiti kanale.

```
RGB1(:,1) = R;
RGB1(:,2) = G;
RGB1(:,3) = B;
```

Međutim, ovako dobijena slika ima veliki broj salt & papper nečistoća (kao što je prikazano na Sl. 1.), pa je sliku potrebno dodatno podvrgnuti filtriranju.



Slika 1. "Lena" nakon izvršene detekcije ivica, bez filtriranja.

Za potrebu filtriranja izabran je filter koji pokazuje najbolje rezultate u otklanjanju salt & papper šuma, median filter.

```
RUN = 1;
while (RUN==1)
    prompt = {'Unesite pocetnu vrednost reda :','Unesite
pocetnu vrednost kolone :'};
    dlg_title = 'Unesite parametre Median filtra';
    num_lines = 1;
    def = {'3','3'};
    answer = inputdlg(prompt,dlg_title,num_lines,def);
    if (isempty(answer))
        return;
    end
    M1 = str2num(answer{1});
    M2 = str2num(answer{2});
    if ((str2num(answer{1})>=0) &
(str2num(answer{1})<=15) & ((str2num(answer{2})>=0) &
(str2num(answer{2})<=15))
        RUN = 0;
```

```
end
end
[M,N,ttt] = size(RGB1);
RGB2(:,1) = medfilt2(RGB1(:,1),[M1 M2]);
RGB2(:,2) = medfilt2(RGB1(:,2),[M1 M2]);
RGB2(:,3) = medfilt2(RGB1(:,3),[M1 M2]);
```

Za potrebe analize korišćen je najniži prag osetljivosti kod median filtra, vrednosti matrica 3x3. Ovakva vrednost matrice daje najmanju grešku.

Sledeći korak je zapis i prikaz slike nakon filtriranja median filtrom.

```
imwrite (RGB, 'E:\Radovi\Detekcija_Ivica\Lena_prag13.tiff');
imshow (RGB).
```

#### IV. SISTEM MODEL

Za analizu su korišćene 24-bitne nekompresovane slike u TIFF formatu, sa rezolucijom 512x512 piksela, 96 dpi za horizontalnu i vertikalnu rezoluciju. Sve analizirane slike su dostupne na veb sajtu <http://sipi.usc.edu/database/misc.zip>.



Slika 2. a) "Airplane", b) "House", c) "Lena", d) "Vegetable".

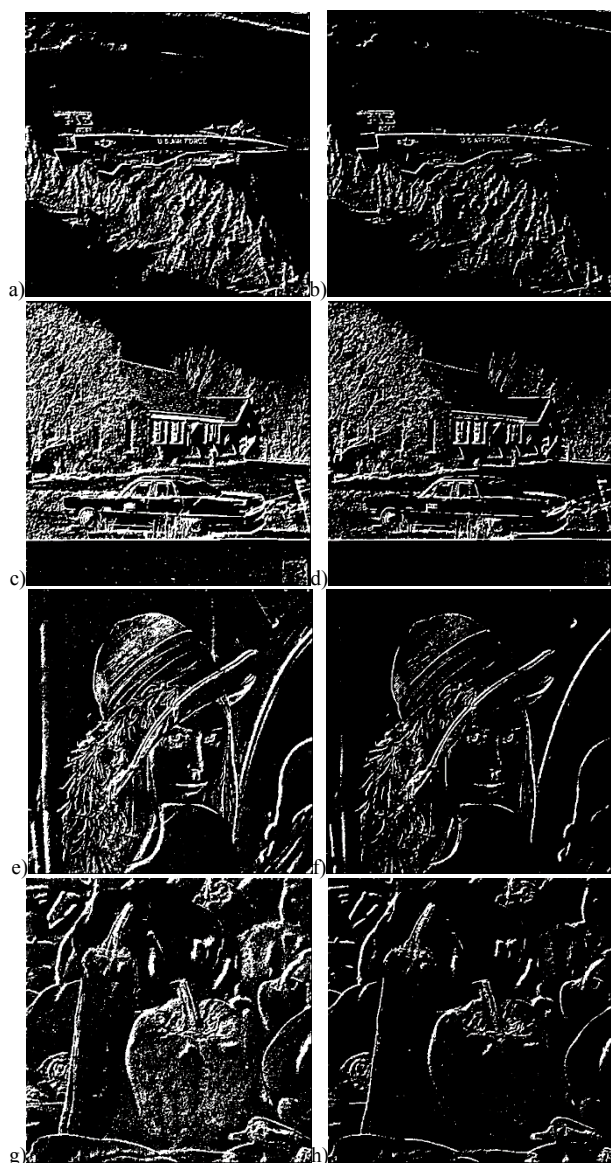
Na Sl. 2 su prikazane slike koje su korišćene za analizu algoritam detekcije ivica.

Nakon detekcije ivica i obrade median filtrom, utvrđivanje kvaliteta je izvršeno algoritmom entropije i određivanjem nivoa detalja 2D DCT i Wavelet transformacijom. Rezultati obrade su prikazani grafički. Pomoću algoritma entropije dobiće se uvid u potencijal dobijenih slika. Entropija se izražava u bitima, i može zauzeti vrednost od 0 do 8 bita.

Analizom nivoa detalja dobijenih slika dobićemo kvalitetni pregled dobijenih rezultata, pa se preciznije može odrediti pozicija opisanog algoritma za detekciju ivica u odnosu na ostale algoritme iste namene. Za analizu su korišćene slike sa različitim nivoom detalja (nizak, srednji i visok) [8].

## V. RAZMATRANJE REZULTATA

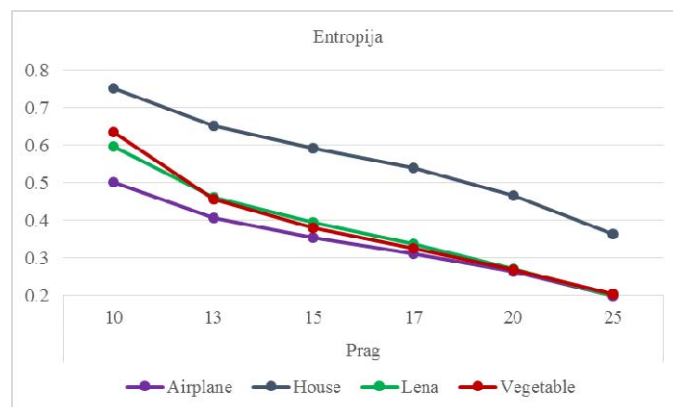
Rezultati analize algoritma za detekciju ivica su dobijeni pomoću entropije i merenjem nivoa detalja pomoću 2D DCT i Wavelet transformacije i prikazani su grafički.



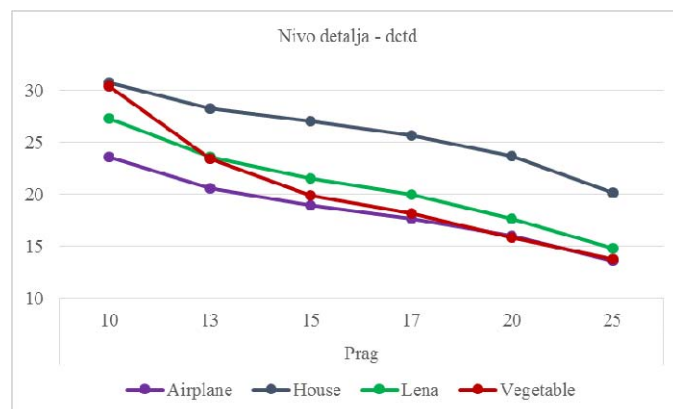
Slika 3. Primeri analiziranih slika sa pragom od 10 i 17.

Na Sl. 3 prikazane su dobijene slike nakon primene algoritma za detekciju ivica i filtrirane median filtrom sa pragom 10 (Sl. 3a, 3c, 3e, 3g) i 17 (Sl. 3b, 3d, 3f, 3h).

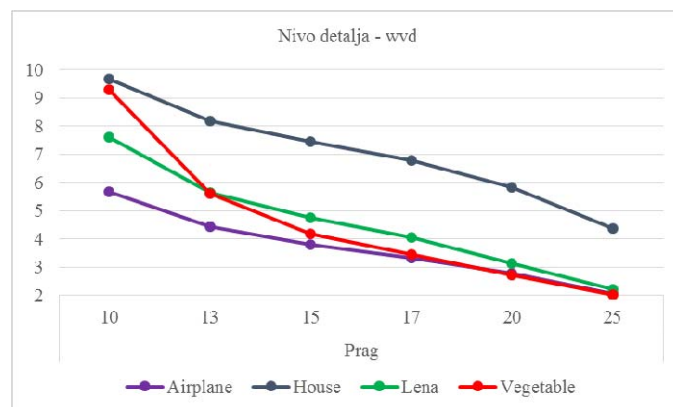
Na Sl. 4 je dat odnos vrednosti entropije za različite vrednosti definisanog praga detekcije. Vrednost entropije direktno zavisi od nivoa detalja, i veća je za slike koje imaju veću vrednost entropije. Entropija znatno više opada pri nižim vrednostima praga nego pri višim. Pri visokim vrednostima praga vrednosti entropije kod slika sa nižim brojem detalja je približno jednaka tako da sve one sa maksimalnim vrednostima praga teže nuli.



Slika 4. Odnos entropije i praga detekcije za obrađene slike.



Slika 5. 2D DCT za obrađene slike.



Slika 6. Wavelet transformacija za obrađene slike.

Sa Sl. 5 i Sl. 6 uočavamo da vrednosti nivoa detalja, 2D kosinusne transformacije i wavelet transformacije opadaju sa porastom praga detekcije. Vrednosti nivoa detalja za dctd i wvd pri visokim nivoom detalja gotovo da su jednake nuli.

Ovo se odnosi na optimalnu oblast rada detekcije, koji iznosi od 0 do 25. Poredbeno analiza dctd i wvd pokazala je da dctd daje znatno bolje rezultate.

## VI. ZAKLJUČAK

Velika prednost predloženog algoritma sa postfiltrom je njegovo prilagođenje potrebama korisnika na taj način što korisnik može da definiše parametre algoritma. Definisane

parametara se može izvršiti nad svakim kanalom posebno, odnosno, može da se definiše prag detekcije za svaki od RGB kanala. A zatim i podešavanje parametara filtra, odnosno kojim stepenom filtriranja će korisnik upotrebiti za dobijanje željenih rezultata. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je veći pad entropije kod slika sa većim nivoom detalja. Kod svih slika vrednost entropije sa porastom praga se smanjuje, što je i očekivano. Za razliku od ostalih algoritama za detekciju ivica, gde se posle određivanja ivica određuje orijentacija piksela, kod ovog algoritma to nije potrebno jer orijentacija piksela se preuzima sa originalne slike, samim tim se i smanjuje vreme računanja. Prednost ovog algoritma je i jako jednostavan kod koji utiče na smanjenju vremena.

#### ZAHVALNICA

Ovaj rad rađen je u okviru istraživanja na projektu III 44006, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Srbije.

#### LITERATURA

- [1] A. Stevanović, Z. Milivojević, D. Brodić, "Performanse Gravitacionog algoritma za detekciju ivica u slici", Infoteh-Jahorina vol. 12, pp. 933-938, March 2013.
- [2] V. Nalwa and T. O. Binford, "On Detecting Edges", IEEE Tran. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 8, No. 6, pp. 699—714, November, 1986.
- [3] B. Jaksic, R. Ivkovic, M. Petrovic, "Analysis of different influence of compression algorithm on the image filtered Laplacian, Prewitt and Sobel operator", International Journal of Darshan Institute on Engineering Research and Emerging Technology, vol. 2, no. 1, 2013.
- [4] B. Jaksic, R. Ivkovic, M. Petrovic, "Analisis brightness effect on quality pictures after compression with JPEG and SPIHT compression method, Matematicke i informaticke tehnologije, September 2013.

- [5] Dougherty, E. R. (ed.), "Random Processes for Image and Signal Processing", IEEE Press, 2000.
- [6] Beirlant J, Dudewicz EJ, Györfi L, and van der Meulen E, "Nonparametric entropy estimation: an overview", Intern. J. Math. Stat. Sci., vol. 6, no. 1, pp. 17–39, June 1997.
- [7] Cloude SR and Pottier E, "An entropy based classification scheme for land applications of polarimetric SAR", IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing, vol. 75, pp. 68–78, 1997.
- [8] Sinisa Ilic, Mile Petrovic, Branimir Jaksic, Petar Spalevic, Ljubomir Lazic, Mirko Milosevic, "Experimental analysis of picture quality after compression by different methods", Przegląd elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 89 NR 11, 2013.

#### ABSTRACT

This paper presents implementation in the Matlab software package of algorithm for detecting edge of image with postfilter. Analysis has taken into consideration image with different levels of details. Using the code for entropy and the level of detail, images have been reconstructed for 2D discrete cosine transform and wavelet transform for different values of the detection threshold. Based on the results, which are graphically presented, quality of algorithm for edges detection is analysed. As scientific contribution is algorithm for edge detection, which allows the user complete freedom in defining the parameters for best result (detection threshold and postfilter).

#### ALGORITHM FOR EDGE DETECTION OF IMAGE WITH POSTFILTER

Ratko Ivković, Ivana Milošević, Boris Gara, Siniša Minić, Vladimir Daković