

**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET  
BANJALUKA**

## **SEGMENTACIJA (BINARIZACIJA) SLIKA**

studenti : Radić Aleksandar 82/03  
Lukić Mile 4/03

profesor: dr Babić Zdenka  
asistent: Risojević Vladimir

Banjaluka  
25.6.2008

# Segmentacija (binarizacija) slika

Lukić Mile, Radić Aleksandar

E-mail: [aco985@gmail.com](mailto:aco985@gmail.com), [milelukic@yahoo.com](mailto:milelukic@yahoo.com)

## UVOD

U mnogim aplikacijama neophodno je posjedovati mogućnost razdvajanja regiona na slici koji odgovaraju objektima od pozadine. U najjednostavnijoj implementaciji segmentacije dobija se binarna slika, koja zadržava sve važne informacije u pogledu broja, oblika i pozicije objekata, a koja je kasnije pogodna za analizu i primjenu morfoloških operacija. Obično, crni pikseli (vrijednost 0) predstavljaju pozadinu a bijeli pikseli (vrijednost 1) predstavljaju objekte. Segmentacija je ustvari određivanje parametra, koji će predstavljati prag za klasifikaciju piksela slike na objekte i pozadinu. Svi pikseli čija je vrijednost ispod praga pridružuju se pozadini, a oni čija je vrijednost veća ili jednaka vrijednosti praga pridružuju se objektima. Segmentirati je moguće sive (gray-level) slike i multispektralne (color) slike. Za slike u boji se određuju pragovi za svaku komponentu boje, tako da rezultujući prag dijeli prostor mogućih kombinacija boja (recimo RGB prostor) u dva prostora. Određeni algoritmi za segmentaciju slika mogu dati zadovoljavajuće rezultate samo na određenim klasama slika. U ovom radu cilj je bio da se segmentiraju skenirane slike teksta (skenirane stare novine).

## ANALIZA RAZLIČITIH ALGORITAMA

U prilogu je data fajl *rucno.fig* u kome se vrijednost praga može mijenjati pomoću klizača, a rezultat segmentirane slike sa tim pragom se prikazuje.

Vrijednost praga se određuje na osnovu vrijednosti piksela koji se nalaze na slici. Jedna grupa algoritama se zasniva na korišćenju histograma slike. Ukoliko su na histogramu jasno uočljivi dva pika, onda je jasno da vrijednosti svjetlina oko ova dva pika odgovaraju svjetlinama piksela objekata, odnosno pozadine, tako da se prag postavlja negdje između ova dva pika. Za određene klase slika, kakve su skenirane slike tekstualnih dokumenata korišćene u ovom radu, procenat crnih i bijelih piksela na slici je približno konstantan. U takvim i sličnim situacijama moguće je na osnovu funkcije raspodjele svjetlina slike odrediti prag jednostavnim sumiranjem piksela dok se ne postigne željena vrijednost broja piksela.

Uobičajen način za određivanje praga je korišćenje histograma slike. Jednostavnim posmatranjem histograma često su očigledna dva maksimuma koji odgovaraju dvijema klasama piksela, i onda se prag pronalazi kao minimalna vrijednost u histogramu između ta dva maksimuma. Pronalaženje prvog pika je jednostavno, međutim pronalaženje drugog pika može biti problem. Jednostavan način, koji je često efikasan, je da se vrijednosti histograma pomnože sa kvadratom distance od prvog pika. Ovo daje veće težine svjetlinama koje su dalje od prvog maksimuma. Drugi maksimum pronalazimo na tako skaliranom histogramu.

$$\max \{ (k-j)^2 h[k] \mid (0 \leq k \leq 255) \}$$

Ovaj postupak je implementiran u m-file *dva\_pika.m*.

```
% File: dva_pika.m

close all, clear all, clc
a=imread('tekst1.jpg');
s=size(a);
h=imhist(a);
imhist(a), title('Histogram originalne slike')

max1=h(1);           %prvi maksimum
```

```

for i=2:256
    if h(i)>max1
        index1=i; max1=h(i);
    elseif h(i)<=max1
        end
    end
end
index1, max1

for l=1:256 %skaliranje histograma
    h1(l)=h(l).*(1-index1)^2;
end

max2=h(1); %drugi maksimum
for i=2:256
    if h1(i)>max2
        index2=i; max2=h1(i);
    elseif h1(i)<=max2
        end
    end
end
index2, max2

prag=index1; %minimum između dva maksimuma
for i=index2:index1
    if h(i)<h(prag)
        prag=i;
    elseif h(i)>=h(prag)
        end
    end
end
prag
tr=h(prag)
binarna = im2bw(a, prag/256);

figure,
subplot(121), imshow(a), title('Originalna slika')
subplot(122), imshow(binarna), title('Segmentirana slika')

```

Iterativna selekcija (*isodate algoritam*) je proces u kome se početna pretpostavka vrijednosti praga kasnije mijenja kroz nekoliko prolazaka kroz sliku. Početna vrijednost praga je srednja vrijednost svjetlina. Ovaj prag se potom koristi za određivanje statističkih parametara crnih i bijelih regiona. Srednja vrijednost piksela čije su svjetline ispod praga se označava sa  $T_b$ , a srednja vrijednost piksela čija je vrijednost iznad praga sa  $T_o$ . Nova vrijednost praga je sredina između  $T_o$  i  $T_b$ . Proces se ponavlja sa novom vrijednošću praga sve dok postoji promjena u izračunatom pragu. Postupak se može opisati slijedećom jednačinom:

$$T_k = \frac{\sum_{i=0}^{T_k-1} i \cdot h[i]}{2 \cdot \sum_{i=0}^{T_k-1} h[i]} + \frac{\sum_{j=T_{k-1}+1}^N j \cdot h[j]}{2 \cdot \sum_{j=T_{k-1}+1}^N h[j]}$$

Algoritam j implementiran u fajlu *IterativeSelection.m*.

**% File: IterativeSelection.m**

```

clear, close, clc
a=imread('mile.jpg');
a=medfilt2(a, [3 3]);
b = im2double(a);

prag=0.5;
prag1=1;
while prag1-prag>eps,
    m1 = mean(b(b < prag));
    m2 = mean(b(b > prag));
    prag1=prag;
    prag=(m1+m2)/2;
end
binarna = im2bw(b, prag);

```

```

figure,
subplot(121), imshow(a), title('Originalna slika')
subplot(122), imshow(binarna), title('Segmentirana slika')
round(prag*255)

```

U situacijama kada su objekti relativno mali, kakva su slova na korišćenim slikama, tada modovi na histogramu koji odgovaraju objektima mogu biti slabo uočljivi što će otežati izbor praga. U ovakvim slučajevima pogodno je posmatrati samo piksele koji su u blizini ivica objekata. Za izdvajanje ovih piksela koristi se laplasijska slika, od koga se napravi maska za originalnu sliku pogodnim izborom praga. Za korišćenu klasu slika optimalno je da približno 85% piksela iz laplasijske slike proglasimo crnim (0) a ostalo da budu bijeli (1) pikseli. Nakon primjene maske na originalnu sliku izračuna se histogram takve slike i interaktivno se izabere globalni prag. Algoritam je prvi primjenio *Weszka* 1974. Ovaj metod je implementiran u fajlu *laplas.m*.

% File: laplas.m

```

clear, close, clc
a=imread('mile.jpg');
h=fspecial('laplacian',0);
lap=imfilter(a, h, 'replicate');
hist = imhist(lap);
hist = hist/sum(hist);
c = cumsum(hist);
ind = find(c <= 0.85);
pct85 = max(ind);
maska=lap > pct85;
slika = a.* uint8(maska);

subplot(221), imshow(a), title('Originalna slika');
subplot(222), imshow(lap), title('Laplasijana slika');
subplot(223), imshow(maska), title('maska');
subplot(224), imshow(slika), title('(Originalna slika)*maska');

figure, subplot(121), imhist(a), title('histogram originalne slike');
subplot(122), imhist(slika), title('histogram od (original)*maska');
binarna = im2bw(a, 116/256);
figure, imshow(binarna), title('Segmentirana slika');

```

Jedan način za segmentaciju je da se maksimizira varijansa između klasa, koja je definisana sa  $\eta(t) = \frac{\sigma_b^2}{\sigma_t^2}$ , pri čemu je :

$$\sigma_b^2 = \omega_0 \omega_1 (\mu_0 \mu_1)^2, \quad \omega_0 = \sum_{i=0}^t p_i, \quad \omega_1 = 1 - \omega_0, \quad \mu_0 = \frac{\mu_t}{\omega_0}, \quad \mu_1 = \frac{\mu_T - \mu_t}{1 - \omega_0}, \quad \mu_t = \sum_{i=0}^t i \cdot p_i$$

Sve zahtjevane veličine je moguće odrediti sa histograma. Ovaj algoritam se naziva Otsuov algoritam (*Otsu* 1978). Algoritam je implementiran u fajlu *Otsu\_algoritam.m*.

% File: otsu\_algoritam.m

```

clear, close, clc
a=imread('mile.jpg');

hist = imhist(a,256);
nhist = hist / sum(hist);
w0 = cumsum(nhist);
mt = cumsum(nhist .* (1:256));
mT = mt(end);

sigma_b_kvadrat = (mT * w0 - mt).^2 ./ (w0 .* (1 - w0));
maksimum = max(sigma_b_kvadrat);
if isfinite(maksimum)
    prag = mean(find(sigma_b_kvadrat == maksimum))
end

subplot(121), imshow(a)
binarna=im2bw(a, prag/256);
subplot(122), imshow(binarna)

```

```

se = strel('square',2);
e=imerode(binarna, se);
figure, subplot(122), imshow(e), title('Erodirana slika');
subplot(121), imshow(binarna), title('Segmentirana slika');

```

Određivanje jednog (globalnog) praga za cijelu sliku ponekad nije mudro i ne daje željene rezultate. Moguće je sliku podijeliti na regione i unutar svakog regiona odrediti prag korišćenjem nekih od prethodno navedenih metoda i sa tim pragom segmentirati samo korespondentni region. Ovim načinom dobijamo jednu "prag masku" koju koristimo za segmentaciju slike. U ovoj realizaciji je za određivanje praga unutar pojedinih regiona korišćena Matlab-ova funkcija *graythresh*. Takođe je na kraju izračunat prosječan prag za čitavu sliku i slika segmentirana sa tim pragom, što i nije pokazalo loše rezultate. Ovaj metod je implementiran u fajlu *region.m*.

% File: region.m

```

figure, subplot(122), imshow(e), title('Erodirana slika');
clear, close, clc
a=imread('mile.jpg'); %Ucitamo sliku
a=medfilt2(a, [3 3]); %Filtriramo medijan filtrom
subplot(131),imshow(a),title('Originalna slika')

b=size(a); % Velicina matrice slike
k=8; %Broj regiona
dimX=floor(b(1)/k); %Broj vrsta u regionu
dimY=floor(b(2)/k); %Broj kolona u regionu
BW(1:b(1), 1:b(2))=0;
BW=imnoise(BW, 'gaussian', 0.5, 0.5);
prosjecan_prag=0;
i=0;
for m=1:k %Ispitivanje region po region i pronalazenje praga u svakom
    for n=1:k %regionu posebno i njegovo segmentiranje

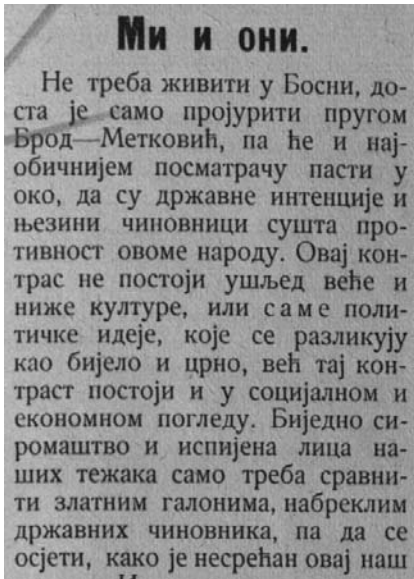
        temp=a(((m-1)*dimX+1):(m*dimX), ((n-1)*dimY+1):(n*dimY+1));
        subplot(132),imshow(temp),title('Regioni');

        prag=graythresh(temp);
        prosjecan_prag=prosjecan_prag+prag;
        i=i+1;
        BW(((m-1)*dimX+1):(m*dimX),((n-1)*dimY+1):(n*dimY+1))=
            =im2bw(a(((m-1)*dimX+1):(m*dimX),((n-1)*dimY+1):(n*dimY+1)), prag);
        subplot(133), imshow(BW), title('Slika u procesu segmentacije mic po mic');
        pause(0.01)
    end
end

D=medfilt2(BW, [3 3]); %Filtriranje segmentirane slike
figure, imshow(D),title('Evo je!Gotova slika,segmentirana!Juhuuu!'),xlabel('Lijepa slika!
Boli glava');
prosjecan_prag=prosjecan_prag/i;
BW1=im2bw(a, prosjecan_prag);
figure, imshow(BW1), title('Segmentacija sa prosjecnim pragom');

```

U nastavku će biti dati uporedni rezultati primjene prethodnih metoda za segmentaciju na slikama *mile.jpg* i *tekst.jpg*. Slijede rezultati za sliku *mile.jpg*



Originalna slika

### Ми и они.

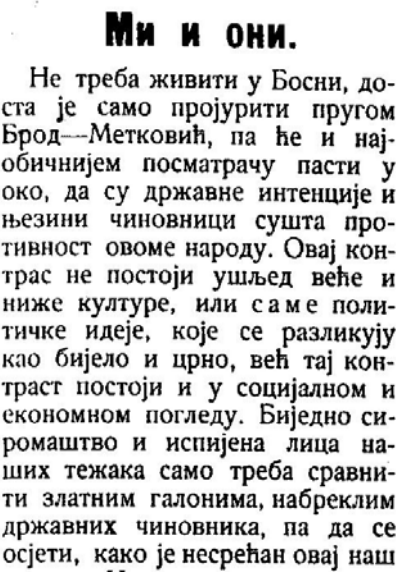
Не треба живити у Босни, доста је само пројурити пругом Брод—Метковић, па ће и најобичнијем посматрачу пасти у око, да су државне интенције и њезини чиновници сушта противност овоме народу. Овај контраст не постоји ушљед веће и ниже културе, или саме политичке идеје, које се разликују као бијело и црно, већ тај контраст постоји и у социјалном и економном погледу. Биједно сиромаштво и испијена лица наших тежака само треба сравнити златним галонима, набреклим државних чиновника, па да се осјети, како је несрећан овај наш

Dva\_pika, prag = 70

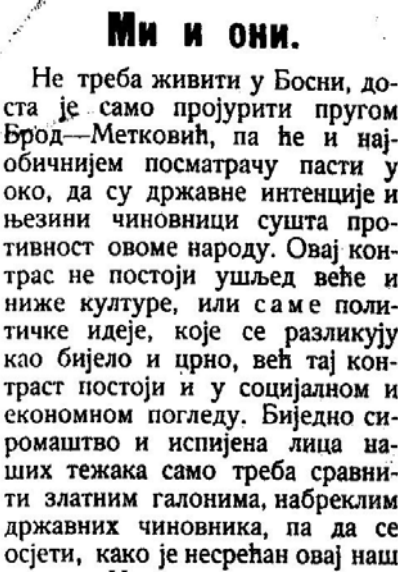
### Ми и они.

Не треба живити у Босни, доста је само пројурити пругом Брод—Метковић, па ће и најобичнијем посматрачу пасти у око, да су државне интенције и њезини чиновници сушта противност овоме народу. Овај контраст не постоји ушљед веће и ниже културе, или саме политичке идеје, које се разликују као бијело и црно, већ тај контраст постоји и у социјалном и економном погледу. Биједно сиромаштво и испијена лица наших тежака само треба сравнити златним галонима, набреклим државних чиновника, па да се осјети, како је несрећан овај наш

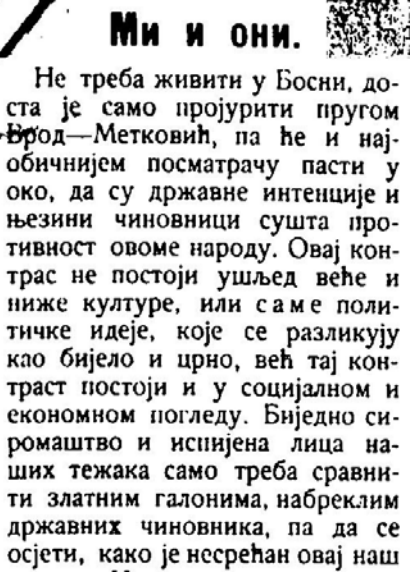
IterativeSelection, prag = 116



Laplas, prag = 124

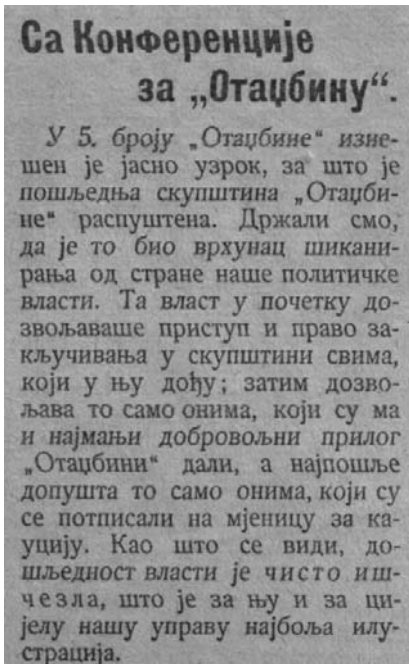


Otsu\_algoritam, prag = 113



Region

Rezultati segmentacije na slici *tekst1.jpg* su prikazani na sljedećim slikama:



Originalna slika

## Са Конференције за „Отаџбину“.

У 5. броју „Отаџбине“ изне-  
шен је јасно узрок, за што је  
пошљедња скупштина „Отаџби-  
не“ распуштена. Држали смо,  
да је то био врхунац шикани-  
рања од стране наше политичке  
власти. Та власт у почетку до-  
звољаваше приступ и право за-  
кључивања у скупштини свима,  
који у њу дођу; затим дозво-  
љава то само онима, који су ма  
и најмањи добровољни прилог  
„Отаџбини“ дали, а најпошље  
допушта то само онима, који су  
се потписали на мјеницу за ка-  
уцију. Као што се види, до-  
шљедност власти је чисто иш-  
чезла, што је за њу и за ци-  
јелу нашу управу најбоља илу-  
страција.

Dva\_pika, prag = 104

## Са Конференције за „Отаџбину“.

У 5. броју „Отаџбине“ изне-  
шен је јасно узрок, за што је  
пошљедња скупштина „Отаџби-  
не“ распуштена. Држали смо,  
да је то био врхунац шикани-  
рања од стране наше политичке  
власти. Та власт у почетку до-  
звољаваше приступ и право за-  
кључивања у скупштини свима,  
који у њу дођу; затим дозво-  
љава то само онима, који су ма  
и најмањи добровољни прилог  
„Отаџбини“ дали, а најпошље  
допушта то само онима, који су  
се потписали на мјеницу за ка-  
уцију. Као што се види, до-  
шљедност власти је чисто иш-  
чезла, што је за њу и за ци-  
јелу нашу управу најбоља илу-  
страција.

IterativeSelection, prag = 123

## Са Конференције за „Отаџбину“.

У 5. броју „Отаџбине“ изне-  
шен је јасно узрок, за што је  
пошљедња скупштина „Отаџби-  
не“ распуштена. Држали смо,  
да је то био врхунац шикани-  
рања од стране наше политичке  
власти. Та власт у почетку до-  
звољаваше приступ и право за-  
кључивања у скупштини свима,  
који у њу дођу; затим дозво-  
љава то само онима, који су ма  
и најмањи добровољни прилог  
„Отаџбини“ дали, а најпошље  
допушта то само онима, који су  
се потписали на мјеницу за ка-  
уцију. Као што се види, до-  
шљедност власти је чисто иш-  
чезла, што је за њу и за ци-  
јелу нашу управу најбоља илу-  
страција.

Laplas, prag = 126

## Са Конференције за „Отаџбину“.

У 5. броју „Отаџбине“ изне-  
шен је јасно узрок, за што је  
пошљедња скупштина „Отаџби-  
не“ распуштена. Држали смо,  
да је то био врхунац шикани-  
рања од стране наше политичке  
власти. Та власт у почетку до-  
звољаваше приступ и право за-  
кључивања у скупштини свима,  
који у њу дођу; затим дозво-  
љава то само онима, који су ма  
и најмањи добровољни прилог  
„Отаџбини“ дали, а најпошље  
допушта то само онима, који су  
се потписали на мјеницу за ка-  
уцију. Као што се види, до-  
шљедност власти је чисто иш-  
чезла, што је за њу и за ци-  
јелу нашу управу најбоља илу-  
страција.

Otsu\_algoritam, prag = 121

## Са Конференције за „Отаџбину“.

У 5. броју „Отаџбине“ изне-  
шен је јасно узрок, за што је  
пошљедња скупштина „Отаџби-  
не“ распуштена. Држали смо,  
да је то био врхунац шикани-  
рања од стране наше политичке  
власти. Та власт у почетку до-  
звољаваше приступ и право за-  
кључивања у скупштини свима,  
који у њу дођу; затим дозво-  
љава то само онима, који су ма  
и најмањи добровољни прилог  
„Отаџбини“ дали, а најпошље  
допушта то само онима, који су  
се потписали на мјеницу за ка-  
уцију. Као што се види, до-  
шљедност власти је чисто иш-  
чезла, што је за њу и за ци-  
јелу нашу управу најбоља илу-  
страција.

Region

Ukoliko za segmentaciju iskoristimo prosječan prag dobijen metodom regionalnog segmentiranja dobijamo sljedeće rezultate:

## Ми и они.

Не треба живити у Босни, доста је само пројурити пругом Брод--Метковић, па ће и најобичнијем посматрачу пасти у око, да су државне интенције и њезини чиновници сушта противност овоме народу. Овај контраст не постоји ушљед веће и ниже културе, или саме политичке идеје, које се разликују као бијело и црно, већ тај контраст постоји и у социјалном и економном погледу. Биједно сиромаштво и испијена лица наших тежака само треба сравнити златним галонима, набреклим државних чиновника, па да се осјети, како је несрећан овај наш

Prosječan prag = 117

## Са Конференције за „Отаџбину“.

У 5. броју „Отаџбине“ изне-  
шен је јасно узрок, за што је  
пошљедња скупштина „Отаџби-  
не“ распуштена. Држали смо,  
да је то био врхунац шикани-  
рања од стране наше политичке  
власти. Та власт у почетку до-  
звољаваше приступ и право за-  
кључивања у скупштини свима,  
који у њу дођу; затим дозво-  
љава то само онима, који су ма  
и најмањи добровољни прилог  
„Отаџбини“ дали, а најпошље  
допушта то само онима, који су  
се потписали на мјеницу за ка-  
уцију. Као што се види, до-  
шљедност власти је чисто иш-  
чезла, што је за њу и за ци-  
јелу нашу управу најбоља илу-  
страција.

Prosječan prag = 124

## ZAKLJUČAK

Nekakve generalne zaključke je vrlo teško izvući. Percepcija svake slike je subjektivni doživljaj posmatrača i ne postoji nekakva objektivna mjera kvaliteta slike, pa samim tim i kvaliteta segmentirane slike. Opseg određenih pragova primjenom različitih algoritama je relativno veliki, kod slike *mile.jpg* on se kreće od 70 do 124, a kod slike *tekst1.jpg* od 104 do 126. Krajnjem korisniku su na rapolaganju realizovani algoritmi u ovom radu, a njegov izbor najbolje segmentirane slike je stvar lične procjene. Možde se najdopadljivijim čini postupak regionalne segmentacije, iako je računski najobimniji. Računanje prosječnog praga kod primjene regionalne segmentacije ne daje loše rezultate, mada je upitno koliko je opravdano sprovesti toliki račun po pojedinim regionima a zatim to sve usrednjiti. Presudan je kvalitet polazne slike koja se segmentira. Ukoliko je prisutan šum, objekti (slova) mali i spojeni, ne mogu se ni očekivati značajniji rezultati.