

IZDVAJANJE OBJEKATA OD POZADINE

Segmentacija na osnovu praga

Osim izdvajanja ivica, cilj segmentacije može biti izdvajanje cijelog objekta od pozadine. Pikseli čija je svjetlina ispod nekog praga pridružuju se pozadini, a pikseli čija je svjetlina veća ili jednaka odabranom pragu pridružuju se objektu (ili obrnuto). Nakon određivanja parametra θ koji nazivamo *prag svjetline*, metod se može zapisati na sljedeći način:

$$\begin{array}{ll} \text{If } a[m, n] \geq \theta & a[m, n] = \text{objekt} = 1 \\ \text{Else} & a[m, n] = \text{pozadina} = 0 \end{array}$$

Ova verzija algoritma podrazumijeva da nas zanimaju svjetli objekti na tamnoj pozadini. Za tamne objekte na svjetloj pozadini koristimo sljedeću proceduru:

$$\begin{array}{ll} \text{If } a[m, n] < \theta & a[m, n] = \text{objekt} = 1 \\ \text{Else} & a[m, n] = \text{pozadina} = 0 \end{array}$$

U principu, uslov izdvajanja objekta od pozadine može biti zasnovan na nekoj drugoj osobini umjesto na nivou svjetline, npr. kolicini crvene boje: $\text{If } (Redness \{a[m, n]\} \geq \theta_{red})$, ali koncept je isti.

Osnovno pitanje je kako odrediti prag svjetline θ . Ne postoji univerzalna procedura koja će biti dobra za sve slike, već se mora birati neka od alternativa.

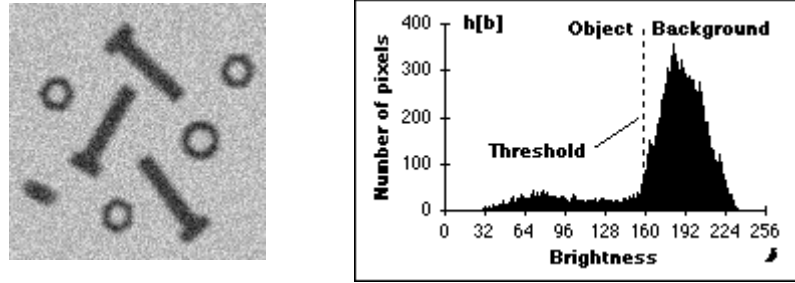
Fiksni prag

Jedna od alternativa je biranje praga svjetline nezavisno od podataka na slici. Ako je poznato da se radi sa slikama sa jakim kontrastom, gdje su objekti veoma tamni na homogenoj svjetloj pozadini konstantni prag od 128 ako je korištena skala 0-255 će biti dovoljno tačan. Pod tačnošću podrazumijevamo da je broj pogrešno klasifikovanih piksela sveden na minimum.

Određivanje praga na osnovu histograma

U većini slučajeva prag svjetline se bira na osnovu histograma regiona koji želimo segmentirati. Ako su objekti jasno razgraničeni od pozadine, kao na Slici 99, posmatrajući histogram slike lako se može odrediti granična vrijednost svjetline tako da se u histogramu pikseli objekta nađu na jednoj, a pozadine na drugoj strani ove granične vrijednosti.

Mnoge tehnike su razvijene za automatski izbor praga svjetline na osnovu histograma. Neke od njih daju bolje rezultate ako se prethodno uradi glačanje histograma, pri čemu se ne smije dozvoliti pomijeranje pika. Najpoznatije su: *isodata* algoritam, *background-symmetry* algoritam i *triangle* algoritam.



Slika 99. [14] Pikseli sa nivoom svjetline koji je manji od θ će biti označeni kao pikseli objekta, a oni sa nivoom svjetline većim od θ kao pikseli pozadine. (a) Slika koja se segmentira. (b) Histogram slike.

Isodata algoritam

Ovaj iterativni algoritam prvo podijeli histogram na dva dijela koristeći početnu vrijednost praga koja može biti $\theta_0 = 2^{B-1}$, polovina maksimalnog dinamičkog opsega. Izračuna se srednja vrijednost dijela histograma koji odgovara prednjem planu $m_{f,0}$ i srednja vrijednost dijela histograma koji odgovara pozadini $m_{b,0}$. Nova vrijednost praga θ_1 se računa kao srednja vrijednost od $m_{f,0}$ i $m_{b,0}$. Proces se ponavlja, zasnovan na novoj vrijednosti praga, sve dok se vrijednost praga mijenja:

$$\theta_k = (m_{f,k-1} + m_{b,k-1})/2 \quad \text{dok ne postane } \theta_k = \theta_{k-1}.$$

Background-symetry algoritam

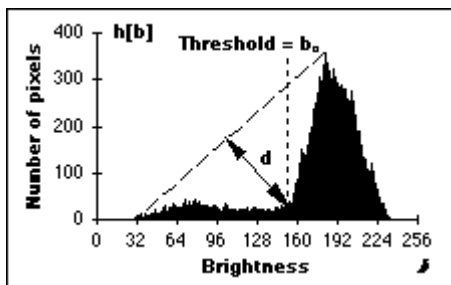
Ova tehnika podrazumijeva da postoji jasan i dominantan pik u histogramu koji odgovara pozadini i da je dio histograma koji odgovara pozadini simetričan oko maksimuma. Poželjno je uraditi smoothing prije primjene ovog algoritma. Metodama pronalaženja maksimuma odredi se pik (*maxp*). Zatim se pretražuje dio histograma sa suprotne strane pika od dijela koji odgovara objektima dok se ne pronađe ona vrijednost svjetline za koju vrijedi da je $P(a) = p\%$ ($p\%$ se bira proizvoljno). Označićemo tu vrijednost svjetline sa $p\%$. Na Slici 99, gdje su pikseli objekta locirani lijevo od pika na svjetlini 183, to znači pretraživanje desno od pika dok se ne pronađe vrijednost svjetline za koju je $P(a) = 95\%$, u našem primjeru 216. Svega 5% piksela ima vrijednost svjetline koja je veća (leži desno) od 216. Zbog pretpostavljene simetrije vrijednost praga se određuje pomakom od pika ulijevo za iznos razlike pronađene svjetline desno od pika i svjetline koja odgovara piku:

$$\theta = \text{maxp} - (p\% - \text{maxp}).$$

Tehnika se lako prilagođava slučajevima gdje su svjetli objekti na tamnoj, dominantnoj pozadini. Slično, može se koristiti u slučajevima gdje objekat dominira, uz pretpostavku da je distribucija svjetline oko pika objekta simetrična.

Triangle algoritam

Ova tehnika određivanja praga svjetline je prikazana na Slici 100. Na histogramu se konstruiše prava linija između maksimalne vrijednosti histograma na svjetlini b_{max} i minimalne vrijednosti histograma na svjetlini $b_{min} = (p = 0)\%$. Za sve vrijednosti svjetline b od $b = b_{min}$ do $b = b_{max}$ izračuna se razlika između linije i vrijednosti histograma $h[b]$. Vrijednost svjetline b_0 za koju je razlika između $h[b_0]$ i konstruisane linije najveća je vrijednost praga, tj., $\theta = b_0$. Ova tehnika je posebno efikasna kada pikseli objekta imaju slabo izražen pik u histogramu.



Slika 100. [14] Triangle algoritam

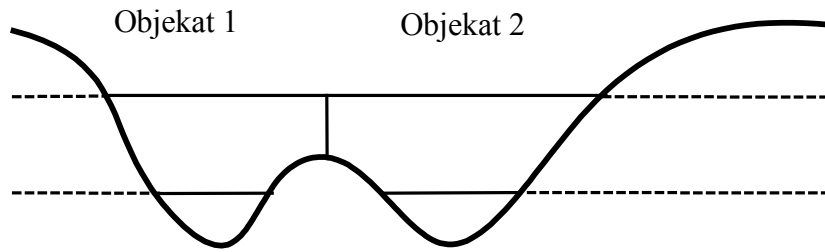
Threšholding se ne mora primjenjivati na cijelu sliku, već se može koristiti i na bazi region-po-region. U svakom regionu se odredi prag svjetline i rezultujuće vrijednosti se objedine u formu koja predstavlja threšhold masku za cijelu sliku.

Watershed algoritam (razvode)

Watershead algoritam pripada klasi adaptivnih algoritama. Slika 101 ilustruje kako on radi. Pretpostavljamo da su objekti tamni na svjetloj pozadini. Slika prikazuje nivoe sivila duž jedne linije skeniranja koja siječe dva objekta postavljena veoma blizu jedan drugoga.

Inicijalno se uradi threšhold sa niskim pragom svjetline. Na taj način pronađu se svi objekti, ali su područja objekata premala. Zatim se prag povećava za jedan nivo svjetline u svakom koraku. Područja oko objekata rastu sa povećanjem praga, ali kada se dodirnu ne dozvoljava se njihovo spajanje. Tačka prvog kontakta se uzima za granicu između objekata. Proces se zaustavlja prije nego što prag dostigne nivo pozadine, tj., na vrijednosti koja je podešena za dobro izolovane objekte. Ovim postupkom se obezbjeđuje dobra segmentacija slika sa objektima koji se nalaze veoma blizu jedan drugoga.

Inicijalni i krajnji nivo svjetline moraju biti pažljivo odabrani. Ako je inicijalni nivo prenizak, objekti sa malim kontrastom će biti izgubljeni u početku i spojeni sa najbližim objektima sa porastom nivoa. Ako je inicijalni nivo previsok objekti će biti spojeni od samog početka. Od krajnjeg nivoa svjetline zavisi koliko dobro će biti određene oblasti objekta.



Slika 101. Watershead algoritam. Svjetline po jednodimenzionalnom presjeku i način određivanja pragova.

Segmentacija pomoću rasta regiona

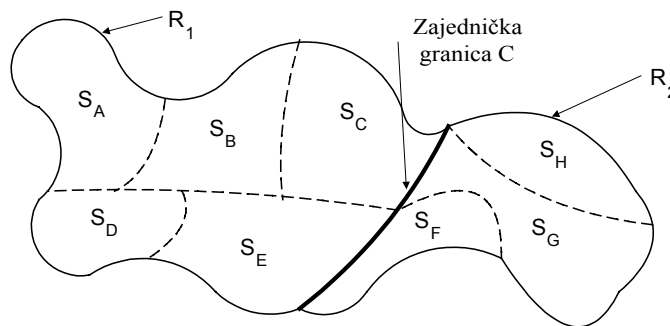
Na početku se formiraju tzv. *atomske regionitako* što se grupišu po dva piksela istih osobina. Zatim se posmatraju susjedni regioni R_1 i R_2 sa obimima (broj ivičnih piksela) P_1 i P_2 . C je dužina zajedničke granice regiona, a D dužina zajedničke granice gdje je razlika osvjtljenosti piksela sa obje strane granice manja od unapred određenog praga, Slika 102. Regioni R_1 i R_2 se spajaju u jedan ako važi:

$$\frac{D}{\min(P_1, P_2)} > \varepsilon \quad (0.5).$$

Na ovaj način se manji regioni priključuju većim, ali se ne dozvoljava spajanje dva regiona sličnih dimenzija. Postupak se ponavlja na regionima većih dimenzija sve dok je spajanje moguće.

Uslov za spajanje dva regiona sličnih veličina koji su razdvojeni "slabom" granicom je:

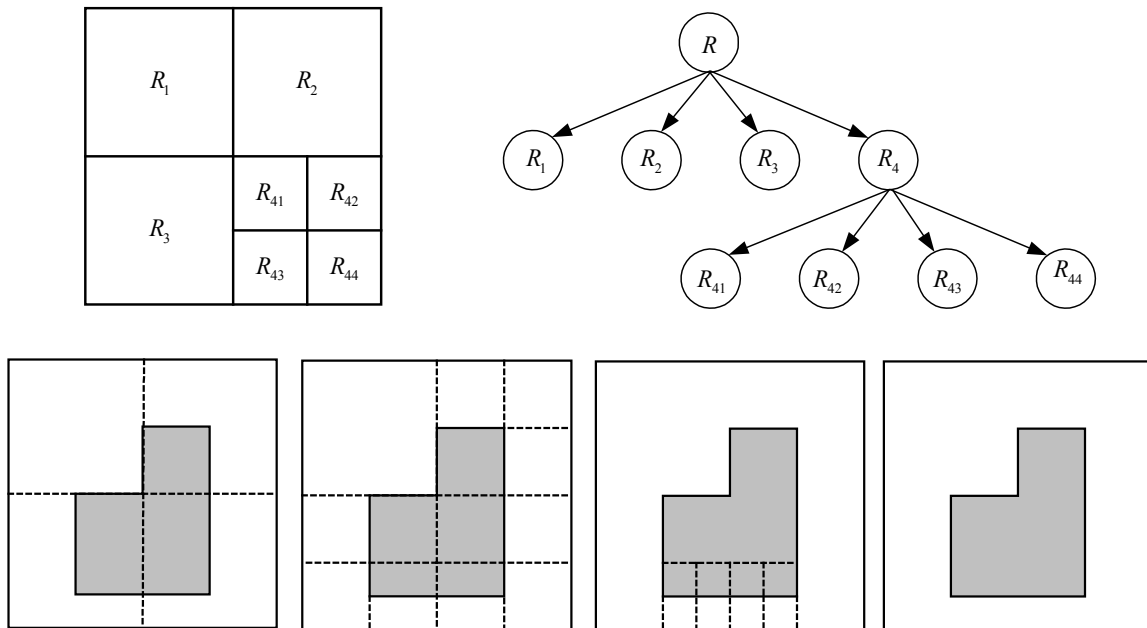
$$\frac{D}{C} > \varepsilon_3 \quad (0.75).$$



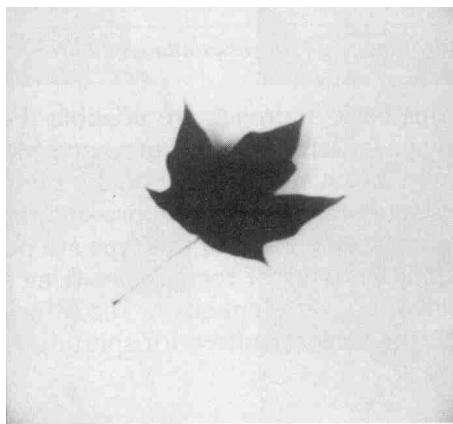
Slika 102. Ilustracija postupka segmentacije pomoću rasta regiona

Segmentacija pomoću razdvajanja i spajanja regiona

Slika se inicijalno dijeli na četiri kvadranta, a zatim se svaki od kvadranta koji ima neuniformno obilježje dalje dijeli na nova četiri kvadranta. Nakon dijeljenja vrši se spajanje susjednih kvadranta koji imaju isto uniformno obilježje. Postupak se nastavlja dok je razdvajanje ili spajanje kvadranta moguće, Slika 103. Uniformnost se može deefinisati na različite načine: kao razlika između najveće i najmanje osvijetljenosti piksela u regionu ili preko varijanse osvijetljenosti ili neke druge statističke mjere. Nedostatak ove metode je blokovska struktura regiona u segmentiranoj slici. Primjer segmentacije je prikazan na Slici 104.



Slika 103. Postupak razdvajanja i spajanja regiona



Slika 104. Primjer segmntacije metodom razdvajanja i spajanja regiona

Segmentacija pomoću granica regiona

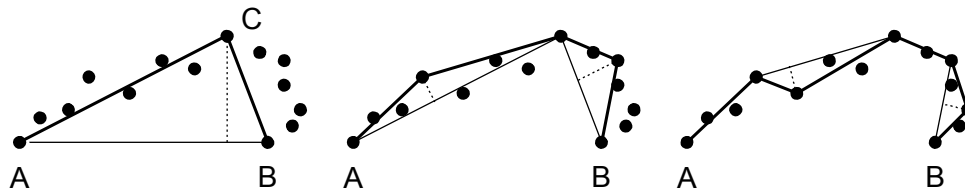
Metode izdvajanja ivica generišu isprekidane granice objekata a ne zatvorene krive. Ako se u procesu segmentacije regiona koriste ivice neophodno je izvršiti njihovo spajanje u zatvorenu krivu liniju kako bi se formirale neprekidne granice regiona. U tu svrhu mogu se koristiti metode fitovanja krivih poinomima ili iterativni metod fitovanja pravolinijskim segmentima.

Iterativni metod fitovanja pravolinijskim segmentima se može opisati sljedećim koracima:

1. nulta iteracija: krajnje tačke segmenta A i B se spajaju pravom linijom,
2. odredi se tačka C najudaljenija od pravolinijskog segmenta AB,
3. formiraju se dva nova pravolinijska segmenta AC i BC.

Ponavljaju se koraci 2 i 3 za sve novonastale segmente.

Ilustracija postupka ja data na Slici 105.



Slika 105. [1] Ilustracija postupka segmentacije pomoću granica regiona