

Prepoznavanje tumora u mozgu

Sena Čikić

Univerzitet u Sarajevu

Prirodno – matematički fakultet

Odsjek za matematiku

Teorijska kompjuterska nauka

Sarajevo, Bosna i Hercegovina

e-mail: cikicsena@gmail.com

Sažetak – Magnetna rezonanca (magnetic resonance imaging - MRI) je vrsta skeniranja koja koristi jaka magnetna polja i radio talase da proizvede detaljne slike unutrašnjosti tijela. MR snimak se koristi za detekciju i utvrđivanje veličine tumora. Tumor mozga predstavlja abnormalan rast ćelija unutar mozga ili lobanje koji vrši pritisak na zdrave strukture mozga, dovodeći do oštećenja moždane funkcije. U ovom radu je opisana metoda thresholding, jedna od metoda segmentacije slike u cilju prepoznavanja tumora mozga na MR snimcima. Rezultati projekta su korisni za specijaliste i radiologe u svrhu procjene veličine i položaja tumora. Program je pisan u programskom jeziku Matlab i testiran na 30 različitih MR snimaka mozga.

I. UVOD

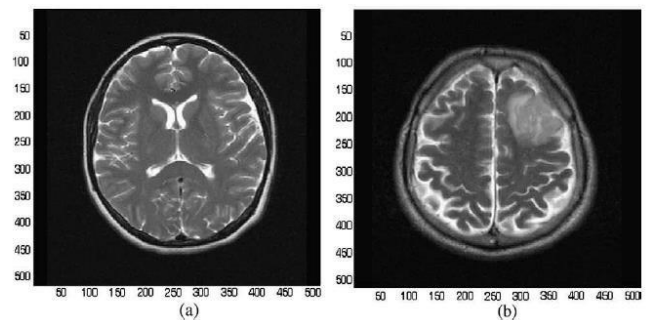
Magnetna rezonanca (MR) je neinvazivna i precizna dijagnostička metoda koja daje konkretnu sliku o zdravlju pojedinih organa, organskih sistema, ali i o stanju čitavog organizma. MR uređaji snimaju signale koji potiču iz jezgara vodonika, koji se nalaze u molekulama ljudskog tijela i predstavljaju snažno homogeno magnetno polje.

Primarni tumor mozga je abnormalan rast koji počinje u mozgu i obično se ne širi na druge dijelove tijela. Primarni tumori mozga mogu biti benigni ili maligni. Benigni tumor u mozgu raste sporo, ima jasne granice i rijetko se širi. Iako njegove ćelije nisu maligne, benigni tumori mogu biti opasni po život ako se nalaze u vitalnoj oblasti. Maligni tumor u mozgu brzo raste, ima nepravilne granice i širi se na obližnja

područja mozga. Iako se često nazivaju rakom mozga, maligni tumori mozga ne odgovaraju definiciji raka, jer se ne šire u organe izvan mozga i kičme.

Efikasna segmentacija tumora mozga na MR snimku je od velikog značaja u medicinskom polju.

Na slici 1 je prikazan MR snimak zdravog mozga (a) i mozga zaraženog tumorom (b). Na slici 1 b) se uočava tumor u gornjem desnom uglu. Predstavljen je nešto svjetlijom sivom bojom u odnosu na ostatak mozga. Cilj ovog projekta je uočavanje i obilježavanje ove anomalije, i njoj sličnih, na MR snimcima.



Slika 1 – MRI snimak mozga: a) Zdrav mozak; b) Tumor mozga

Specijalisti doktori pri detekciji tumora najčešće koriste asimetriju. Naime, kako je mozak simetričan organ u ljudskom organizmu, to bilo koja asimetrija može ukazivati na neku anomaliju. Jedan od načina na koji bi se mogao detektovati tumor bi mogao biti upravo korištenje asimetrije slike. Ukoliko bi se pronašla simetrala mozga koja bi podijelila sliku na dva jednaka dijela, te posmatrala razlika desne i lijeve strane MR snimka, neke značajnije razlike bi značile

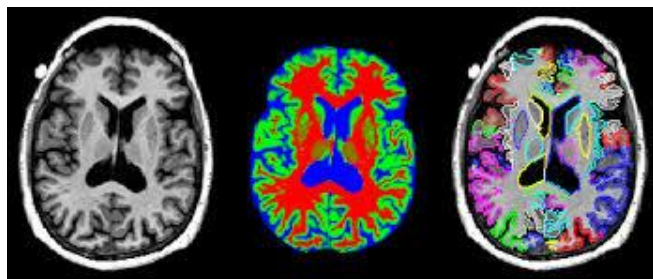
moгуće postojanje tumora u mozgu. Međutim, teško je uspostaviti simetralu MR snimka, te generalizovati algoritam, obzirom na to da malo drugačiji položaj glave svakog čovjeka pri snimanju znači simetralu na drugom mjestu.

Kako ovaj način nije bio pogodan za implementaciju zbog navedenih razloga, u ovom radu je korištena segmentacija slike za rješavanje problema. Preciznije, korišten je thresholding, kao jedna od metoda segmentacije slike.

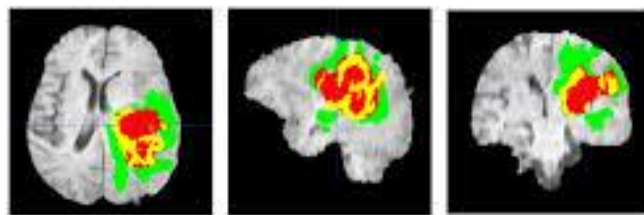
II. SEGMENTACIJA SLIKE

U kompjuterskoj viziji segmentacija slike je proces podjele digitalne slike u više segmenata (skupovi piksela, također poznatih kao super-pikseli). Cilj segmentacije je pojednostavljenje ili promjena prikaza slike u nešto jednostavnije i pogodnije za analizu. Segmentacija slike se obično koristi za lociranje objekata i granica. Preciznije, segmentacija slike je proces dodjeljivanja oznake svakom pikselu na slici tako da pikseli sa istom oznakom dijele zajedničke karakteristike.

Rezultat segmentacije slike je skup segmenata koji kolektivno pokrivaju cijelu sliku ili skup kontura izdvojenih iz slike. Svaki od piksela u regionu je sličan u odnosu na neke karakteristike i kompjuterske osobine, kao što su boja, intenzitet ili tekstura. Susjedni regioni su značajno različiti u odnosu na iste karakteristike. Na slici 2 je prikazana segmentacija MR snimka zdravog mozga, dok je na slici 3 prikazana segmentacija MR snimka mozga zaraženog tumorom. Sa slike se vidi da su dijelovi koji imaju iste osobine (boju, teksturu i sl.) obojeni istom bojom (crvena, plava, zelena). Na osnovu boja, uočava se podjela slike na regione, kao rezultat segmentacije.



Slika 2 – Prikaz segmentacije MR snimka zdravog mozga



Slika 3 – Prikaz segmentacije MR snimka mozga zaraženog tumorom

Najjednostavniji metod segmentacije slike je thresholding metod. Ovaj metod se zasniva na postavljanju vrijednosti praga (eng. threshold) za pretvaranje sive slike u binarnu sliku (crno - bijelu). Ključ ove metode je odabir vrijednosti praga. U industriji se koristi nekoliko popularnih metoda, uključujući metodu maksimalne entropije, balansirani histogramski prag, hibridni prag, Otsu metoda (maksimalna varijansa) i k-means klastering.

Thresholding metod zamjenjuje svaki piksel slike crnim ako je intenzitet I_{ij} manji od neke fiksne konstante T , tj.

$$I_{ij} < T,$$

odnosno bijelim, ako je intenzitet piksela veći od konstante T , tj.

$$I_{ij} > T.$$

III. OPIS ALGORITMA

A. Thresholding

Prvi i najvažniji korak pri detekciji tumora na MR snimku mozga jeste konvertovanje MR snimka (koji je predstavljen kao siva slika) u crno – bijelu sliku, tj. u binarnu. Za ovu konverziju korištena je funkcija u Matlabu `im2bw`, koja ima dva ulazna argumenta: ulaznu sliku - MR snimak i drugi - vrijednost praga. Vrijednost praga, odnosno threshold predstavlja vrijednost na osnovu koje su svi pikseli pretvarani u crnu, odnosno bijelu boju. Svi pikseli čija je vrijednost manja od vrijednosti navedenog praga postaju crni, a oni čija je vrijednost veća od tog praga, postaju bijeli. Za ovaj projekat se ispostavilo da program daje najbolje rezultate ukoliko se prag postavi na vrijednost 0.6.

B. Grupisanje piksela

Za povezivanje grupisanih komponenti binarne slike korištena je Matlabova funkcija `bwlabel`. Funkcija ima jedan ulazni argument – binarnu sliku, a kao rezultat vraća matricu koja sadrži oznake za isto grupisane objekte. Pozitivni cjelobrojni elementi ove matrice odgovaraju različitim regionima. Skup elemenata ove matrice koji je jednak 1, odgovara regiji 1. Skup elemenata koji je jednak 2, odgovara regiji 2, i tako dalje.

Svaku od regija grupisanih pomoću navedene funkcije `label` opisuju specifična svojstva koja se mogu odrediti koristeći funkciju `regionprops` i osobina koje ona daje. Ovdje su korištene osobine 'Area' i 'Solidity'. Pri tome, 'Area' kao povratnu vrijednost daje broj piksela koji u ovom projektu predstavljaju tumor, dok je 'Solidity' korišten za računanje gustine piksela.

C. Detekcija ivica tumora mozga

Posljednji korak jeste detekcija područja tumora mozga, tj. njegovih ivica na MR snimku. Za to je korištena jedna od osnovnih morfoloških operacija – dilatacija, odnosno proširivanje. Morfološke operacije se izvršavaju tako što se prolazi slikom pomoću malog šablona (eng. template), koji se naziva element strukturiranja. Strukturalni element se primjenjuje na sve moguće lokacije ulazne slike. Ova operacija proizvodi novu binarnu sliku u kojoj će, ako je test uspješan, pikseli imati nenulte vrijednosti na toj lokaciji u ulaznoj slici. Postoje različiti strukturalni elementi kao što su dijamantni, kvadratni, kružni i sl. U ovom projektu je korišten kvadratni.

Dilatacija postepeno povećava granične piksele objekta, najčešće bijele piksele, koji u ovom slučaju predstavljaju tumor. Dodavanje, tj. povećavanje piksela zavisi od odabranog elementa strukturiranja (ovdje kvadrat). Da bi se mogla primijeniti Matlabova funkcija `imdilate` koja izvršava dilataciju slike, potrebno je bilo kreirati ravni morfoloski strukturalni element. To je izvršeno upotrebom funkcije `strel`, pri čemu je naglašena upotreba kvadratnog strukturalnog elementa.

D. Obilježavanje područja tumora mozga

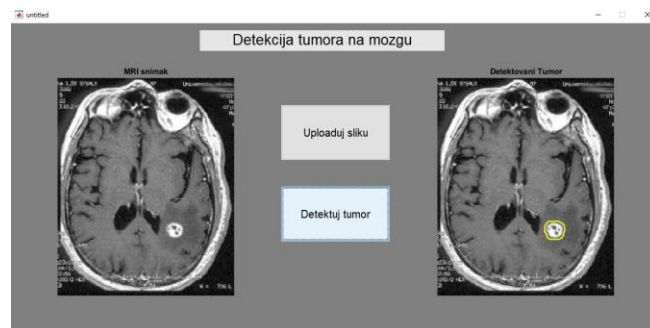
Na kraju, korištenjem Matlabove funkcije `bwboundaries` se detektuju ivice tumora mozga i vrši se iscrtavanje granica pomoću njih, kojim se jasno

prikazuje područje tumora. Na slici 4 i slici 5 su označeni detektovani tumori krivom žutom linijom.

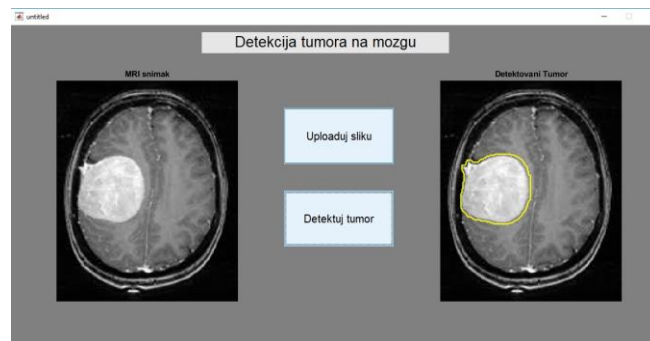
IV. REZULTATI

Pokazalo se da primjenom ovog algoritma na odabranim MR snimcima najbolji rezultat se dobija korištenjem vrijednosti praga 0.6, pri konverziji sive slike u binarnu (crno - bijelu). Neznatno lošiji rezultati dobijeni su pri postavljanju vrijednosti praga na 0.65, odnosno 0.7. Ukoliko se vrijednosti praga postave na vrijednosti koje izlaze iz opsega od 0.6 do 0.7, dobijaju se rezultati dvostruko lošiji.

Pokazalo se da na osnovu 30 testiranih MR snimaka mozga, korištenjem ovog algoritma, 5 od 30 nije dalo tačne rezultate. Na dodatnih 5 MR snimaka je tumor detektovan, ali nije pronađena precizna granica tumora. Na preostalim MR snimcima tumor je detektovan ispravno i precizno označen.



Slika 4 – Prikaz rezultata programa za detekciju tumora u mozgu na MR snimku



Slika 5 – Prikaz rezultata programa za detekciju tumora u mozgu na MR snimku

V. ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da ovaj algoritam daje dobre rezultate, obzirom na to da za ispitivane slike detektuje tumor u više od 80% slučajeva sa jasno određenim granicama područja tumora. Pozitivna strana je to što je tresholding metod jednostavan za implementaciju. Osim tresholdinga, može se implementirati neka od preostalih metoda segmentacije navedenih u radu ranije.

Iz ovih segmentiranih slika moguće je dobiti detaljne informacije o lokaciji tumora, njegov oblik i područje ekstrahirane regije tumora.

VI. REFERENCE

- [1] R. Gonzalez and R. Woods Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company, 1992, pp 518 - 519, 549.
- [2] A. Jain Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice-Hall, 1986, p 384.
- [3] Detection of Brain Tumor from MRI Images Using MATLAB - Pooja Dang & Jyotika Pruthi, The Northcap University
- [4] An efficient method for Segmentation and Detection of Brain Tumor in MRI images - Shubhangi S. Veer (Handore) & Dr. P.M. Patil
- [5] <https://mayfieldclinic.com/pe-braintumor.htm>
- [6] <https://www.youtube.com/watch?v=UeFRo7uALhM>
- [7] https://en.wikipedia.org/wiki/Image_segmentation
- [8] <https://www.nhs.uk/conditions/mri-scan/>