

## KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena, Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj jula 2014. godine imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. **Marka Đurovića** pod naslovom "**Razvoj algoritma za automatsku dijagnostiku paratiroidnih adenoma**".

Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

### IZVEŠTAJ

#### 1. Biografski podaci kandidata

Marko D. Đurović je rođen 10.02.1989. godine u Beogradu. Gimnaziju je završio u Vrnjačkoj Banji sa odličnim uspehom. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je 2008. godine na odseku za Fizičku elektroniku, smer Biomedicinski i ekološki inženjering. Diplomirao je u oktobru 2013. godine sa prosečnom ocenom na ispitima 7.64, na diplomskom 10. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu upisao je oktobra 2013. godine, modul Biomedicinsko i ekološko inženjerstvo. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 9.6.

#### 2. Opis master rada

Master rad kandidata ima 71 stranicu. Druga polovina rada daje programski kod (glavni doprinos kandidata). Rad je podeljen na 7 glava, spisak literature i priloge. Literatura uključuje 19 naslova koji su pravilno odabrani i potpuno odgovaraju projektu koji je razmatran i prikazan u master radu. Rad je odlično ilustrovan sa 24 slike i jednom tabelom.

U prvom delu je kratko opisan problem koji je od interesa za poboljšanje i pojednostavljenje dijagnostike u nuklearnoj medicini.

U drugoj glavi su na adekvatan način sa dovoljnom tačnošću i preciznošću prikazani paratiroidni adenomi koje treba na pravilan i ponovljiv način automatski karakterisati.

U trećoj glavi su u četiri dela na osam strana prikazane postojeće metode za detekciju i lokalizaciju paratiroidnih adenoma.

U četvrtoj glavi je na 10 strana detaljno opisana instrumentacija i metod merenja, prikazan algoritam i grafički interfejs koji omogućava medicinskim ekspertima da jednostavno koriste novi algoritam.

Peta glava je rezime rezultata primene na 20 dinamskih scintigrama snimljenih za 20 pacijenata u Kliničkom centru Srbije (KCS). Podaci su dobijeni iz KCS, a pri snimanju, skladištenju i prenosu podataka su poštovane sve etičke norme i studija je odobrena od strane etičkog odbora Klinike.

U šestoj glavi je diskusija koja razmatra kako elemente morfologije adenoma tako i fleksibilnost i mogućnosti novog algoritma.

Sedma glava je kratka zaključak sa navođenjem kako bi se ova tehnika primenjivala i dalje razvijala.

Posle liste od 19 naslova je prilog koji daje kompletan programski kod koji je kandidata samostalno razvio u Matlab programskom okruženju.

### **3. Analiza rada sa ključnim rezultatima**

Primarni hiperparatiroidizam (PHPT) je endokrino oboljenje nastalo usled adenoma (solitarni ili multipli), hiperplazija ili karcinoma paratiroidnih žlezda. Hirurško uklanjanje hipersekrecionih žlezdi je primarni tretman. Za minimalno invazivnu intervenciju bitna je precizna lokalizacija lezije. U kliničkoj praksi se za detekciju i lokalizaciju paratiroidnih lezija koriste: 1) scintigrafija; 2) kompjuterizovana tomografija (CT) i 3) magnetna rezonanca (MRI). Standardne paratiroidne scintigrafske metode imaju senzitivnost 70-100% u detekciji paratiroidnih lezija i obuhvataju sledeće tehnike: 1) „washout” (ispiranje) tehnika; 2) „subtraction” tehnika u dual-tracer scintigrafiji; 3) fotonska emisiona tomografija (SPECT i SPECT/CT).

Algoritam prikazan u ovom radu automatizuje “Submarine” metodu za detekciju i lokalizaciju paratiroidnih adenoma na osnovu dinamskih krivih u malim regionima u dual-tracer scintigrafiji.

Za akviziciju dinamskih scintigrama korišćena je Siemens e.cam kamera i Siemens Syngo e.soft 2007 (Siemens AG, Erlangen, Germany) softver. Pacijentima je intravenski unesen radiofarmak  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi koji ima osobinu da se zadržava u paratiroidnim regionima. Nakon unošenja radiofarmaka započinje snimanje dinamske scintigrafije, gde je trajanje svakog frame-a podešeno na 1 minut (ukupno se snima 35 frame-ova). Dimenzije svakog frame-a odgovaraju matrici 128x128, gde 1 piksel odgovara dužini od 1.5 mm.

Snimljeni dinamski scintigrami se obrađuju pomoću softvera realizovanog u Matlab (verzija R2013a, Natick, Massachusetts: The MathWorks Inc., 2013.) softverskom paketu. Algoritam obrade je realizovan prema sledećim koracima: 1) zaokruživanje regiona od interesa (eng. crop); 2) morfološko procesiranje sumarne slike svih scintigrama uz automatsko izdvajanje tiroidnog regiona; 3) proračun dinamskih krivih za sve male regione od interesa (npr. 6 x 6 mm, 7.5 x 7.5 mm) u okviru tiroidne žlezde; 4) izdvajanje sumnjivih regiona na osnovu kriterijuma da dinamska kriva nema karakteristično eksponencijalno opadanje u regionu lezije; 5) vizuelna interpretacija raspodele radiofarmaka za sumnjiv(e) region(e) na osnovu korelacije sumnjivog regiona sa okolinom.

Doprinosi rada su sledeći: 1) predložena je metoda automatizacije izdvajanja celog tiroidnog regiona u odnosu na background primenom morfoloških operacija obrade dinamskih scintigrama; 2) razvijen je Matlab interfejs koji omogućava implementaciju i evaluaciju novih algoritama za detekciju i lokalizaciju paratiroidnih adenoma (algoritam se primenjuje na automatski izdvojen region tiroidne žlezde). Interfejs omogućava fleksibilnu analizu uticaja parametara algoritma na rezultate detekcije i lokalizacije paratiroidnih adenoma; 3) pomoću razvijenog Matlab interfejsa je izvršena evaluacija algoritma za lokalizaciju i vizuelizaciju paratiroidnih adenoma zasnovanog na proceni eksponencijalnosti opadanja dinamskih krivih. Algoritam je evaluiran na grupi od 20 pacijenata sa histopatološki dokazanim paratiroidnim lezijama

### **4. Zaključak i predlog**

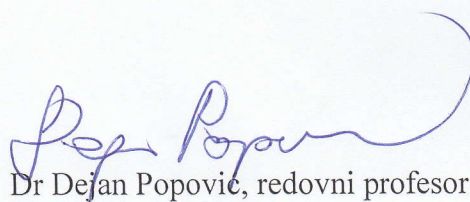
Na osnovu svega izloženog zaključili smo da je Marko Đurović na uspešan način odgovorio na pitanja koja su postavljena pri definisanju zadatka. Marko je rukovođen i usmeravan od strane eksperta u ovoj oblasti, asistenta Milice Janković, razvio programski kod za obradu podataka koji se dobijaju sa gama kamere na način koji pored toga što omogućuje bolju dijagnostiku u medicinskom pitanju koje je razmatrano može da se primeni i na druge slične zadatke koji su od interesa u nuklearnoj medicini.

Rad je napisan na način koji pokazuje zrelost kandidata. Rad jasno pokazuje da je kandidat Marko Đurović sakupio i integrisao znanja predviđena pravilima i standardima Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu za zvanje master inženjer. Rezultati koje je prikazao i način na koji ih je prikazao ga kvalifikuju da stekne zvanje master na Univerzitetu u Beogradu - Elektrotehnički fakultet i da bude uspešan inženjer koji će svoja znanja, ideje i upornost prevesti u upotrebljive metode i instrumentaciju za praksu.

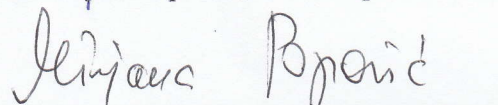
Shodno zaključcima predlažemo Komisiji II stepena studija Univerziteta u Beogradu - Elektrotehnički fakultet da ovaj izveštaj usvoji i odobri javnu usmenu odbranu Marku Đuroviću master rada pod naslovom: "Razvoj algoritma za automatsku dijagnostiku paratiroidnih adenoma".

Predlažemo proširenje Komisije za odbranu. Pored članova Komisije koji su pregledali rad i pripremili ovaj izveštaj predlažemo da u Komisiji za odbranu bude i Dr. Slobodanka Beatović, docent Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu na Katedri za nuklearnu medicinu koja se direktno bavi tretmanom pacijenata kod kojih je od interesa analiza slike koja je prikazana u master radu.

Beograd, 20. septembar 2014.



Dr Dejan Popović, redovni profesor



Dr Mirjana Popović, redovni profesor