

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET - UNIVERZITET U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada diplomiranog inženjera elektrotehnike i računarstva **Stefana Borovca** pod naslovom "**Sistem za analizu auditivne percepcije kohlearne proteze**".

Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci kandidata

Stefan Borovac je rođen 13.11.1988. godine u Kraljevu. Srednju elektrotehničku školu ESTŠ "Nikola Tesla" je završio u Kraljevu 2007. godine i iste godine upisuje Elektrotehnički fakultet. Diplomirao je u junu 2014. godine na odseku za Fizičku elektroniku, na smeru: Biomedicinski i ekološki inženjering sa prosečnom ocenom 7.84, na diplomskom 10. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu je upisao 2014. godine na modulu: Biomedicinsko i ekološko inženjerstvo. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 9.60.

2. Opis master rada

Master rad kandidata Stefana Borovca je podeljen u 10 glava. Rad ima ukupno 118 strana i uključuje i programski kod koji je osnovni rezultat istraživanja. Master rad je ilustrovan sa 25 slika i 11 tabela, od kojih je deo vezan sa čulo sluha, a ostatak za rezultate rada.

Posle Uvoda (glava 1) u delu pod naslovom Čulo sluha kandidat na 14 strana daje detaljan prikaz anatomije čula sluha, sistema za pretvaranje mehaničkih talasa u gasu (spoljašnje i unutrašnje uvo) u vibracije tečnosti u kohlei, gubitkom i slabljenjem sluha, i radom receptorskog sistema.

U trećoj glavi na 20 strana Stefan precizno prikazuje kohlearnu protezu. Izlaganje je podeljeno na prikaz implantibilnih i spoljašnjih komponenti sistema, performansi postojećih sistema sa kritičkim osvrtom na mogućnosti i ograničenja. Ovo je napisano na osnovu literature koja pokazuje da je kandidat duboko ušao u materiju.

Četvrta glava (Metod rada i materijali) prikazuje instrumentaciju, proceduru, signala koji su sakupljeni u laboratorijskim merenjima, metod obrade zvučnog signala i glavni deo softvera koji je rezultat ovog rada.

Rezultati (5. glava) Diskusija (6. glava) prikazuju da novi softver potpuno odgovara osnovnoj nameni istraživanja koja je osnova ovog rada. Preciznije, pokazano je kako novi softver omogućava selektivnu proveru percepcije transformisanog zvuka na zdravim ispitanicima i ukazuje da se preteranim povećanjem kompleksnosti ne dobija proporcionalno povećanje percepcija zvuka.

Literatura, koja u ovom slučaju obuhvata 9 referenci, je potpuno primerena ovom master radu, i čitaoca upućuje na naslove koji na najbolji način daju mogućnost još dublje analize problema i mogućnost koje daje kohlearni implant.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad Stefana Borovca je doprinos u razvoju sistema za proučavanje percepcije zvuka koju imaju osobe kojima je ugrađen kohlearni implant. Kohlearni implant je neuralna proteza za osobe koje kongenitalno ili usled neke bolesti potpuno izgube sluh, i kod kojih električnim impulsima pobuđena nervna vlakna u auditornom nervu daju korisniku auditornu informaciju koja je korelisana sa originalnim zvukom. Kohlearni implant uključuje mikrofoni, sistem za procesiranje zvuka (audio procesor) i set elektroda koje se postavljaju duž kohlee. U ovom sistemu zvuk se pretvara u povorke električnih impulsa koje se diskretno, na delovima kohlee koji su senzitivni za pojedine opsege učestanosti isporučuje i time aktiviraju senzorne ćelije. Audio procesor kohlearne proteze snima zvuk iz okoline i vrši njegovu obradu na osnovu programa koji je trenutno aktivan. Obradom zvuka procesor generiše niz naredbi koje se onda šalju implantu, a koje određuju elektrodu koja je aktivna i parametre električne stimulacije. Tehničkim rečnikom kohlearni implant prevodi zvuk koji je u opsegu od nekoliko Hz do 20 kHz u set od nekoliko opsega učestanosti. Ovako transformisan zvuk se prevodi u električnu stimulaciju i aktiviraju selektivno vlakna u opsezima u koje je preveden zvuk. **Cilj** ovog master rada je bio razvoj softvera koji obrađuje zvučni signal i prevodi ga u željeni skup opsega učestanosti, pri čemu se bira centralna frekvencija i širina opsega. Ovako transformisan signal može lako da se dovodi na slušalice ispitanicima koji čuju u izvrše subjektivne procene koje će pomoći u odabiranju optimalnog procesiranja zvuka za buduće kohlearne implante.

U radu je kandidat pokazao da je pažljivo proučio relevantnu literaturu i sa razumevanjem deo pregled auditornog sistema čoveka i kohlearne proteze što pripada oblastima izučavanja na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu u okviru predmeta Neuralno inženjerstvo. U radu je kandidat pokazao da vlada primenom softvera za frekvencijsku analizu i koristeći MatLab okruženje razvio program i grafički korisnički interfejs (*GUI*) koji omogućuju da se ispituje kakva je percepcija koju imaju zdravi ispitanici kada im se na slušni kanal umesto zvuka dovodi reprezentacija zvuka koja je načinjena biranjem nekoliko nosećih učestanosti i prozora oko te učestanosti. Interfejs daje mogućnost jednostavnog izbora proizvoljnog broja centralnih učestanosti i širine prozora oko te učestanosti, pa samim tim i ispitivanje mogućnosti prepoznavanja i karakterisanja reprezentacije originalnog signala. U procesu obrade zvuka Stefan je koristio digitalne banke filtara koje su u literaturi predložene za obradu audio signala.

Kandidat je u radu dao rezultate koji pokazuju da je stanju da pripremi i organizuje merenje koje uključuje ispitanike, koristeći etičke principe i poštujući sigurnost ispita mogućnost rada uređaja koji je napravljen.

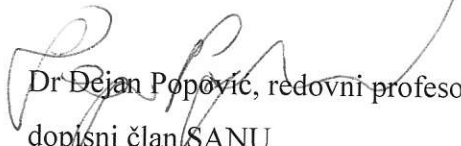
Kandidat je uspešno ukazao na mogućnosti koju metodologija koju je razvio i detaljno opisao može da se primenjuje u budućnosti, posle adaptacija, i za druge primene u kojima ovako transformisan signal koji se koristi kao audio povratna sprega može da poboljša proces govora, izgovor pojedinih reči, stranog jezika, i ukazao i na druge primene kod ljudi kod kojih postoji slabljenje čula sluha, ali ne i potpuni gubitak sluha.


4. Zaključak i predlog

Na osnovu svega izloženog zaključili smo da je Stefan Borovac na uspešan način odgovorio na pitanja koja su postavljena pri definisanju zadatka. Rad je napisan na način koji pokazuje zrelost kandidata. Rad jasno pokazuje da je kandidat Stefan Borovac 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 za zvanje master na Univerzitetu u Beogradu - Elektrotehnički fakultet. Veštine i tehnike koje je Stefan prikazao ukazuju da se on razvija u uspešnog inženjera 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 Stefana Borovca master rada pod naslovom: "**Sistem za analizu auditivne percepcije kohlearne proteze**".

Beograd, 15. septembar 2015.


Dr Dejan Popović, redovni profesor
dopisni član SANU


Dr Jelena Čertić, docent