

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA 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 **Milene Okošanović**, indeks 3165/2014, studenta na modulu Signali i sistemi pod naslovom "Mogućnosti i ograničenja mobilnog EEG na osnovu analize evociranih potencijala".

Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci kandidata

Milena Okošanović je rođena u Kraljevu, Srbija 26. februara 1992. godine. Na Elektrotehnički fakultet, odsek Signali i sistemi se upisala na akademske diplomske studije 2010. godine i diplomirala sa ocenom 10 pod rukovodstvom prof. dr Mirjane Popović 2014. godine sa prosečnom ocenom 8.85 tokom studija. Neposredno posle diplomiranja je upisala master akademske na modulu Signali i sistemi. Položila je sve ispite predviđene planom sa najvećom ocenom 10.

Krajem akademskih diplomskih i master studija je počela da radi u preduzeću "mBrainTrain" u Beogradu koje se bavi problemima u domenu iz kog je i master rad o kome podnosimo izveštaj.

2. Opis master rada

Rad sadrži 109 strana podeljenih u 6 delova, 100 slika, 4 tabele, 31 referencu i 4 priloga.

Praktični deo diplomskog rada je realizovan u Laboratoriji za biomedicinsku instrumentaciju i tehnologije na Univerzitetu u Beogradu - Elektrotehničkom fakultetu, a u saradnji sa kompanijom "mBrainTrain" u Beogradu, gde su realizovana merenja koja su opisana u ovom radu. Neki rezultati rada na ovom projektu su objavljeni u radu M. Okošanović, I. Gligorijević. "Assesment of Vigilance Based on EEG Signals for Prediction of the Speaker/Listener Interaction" na icETRAN konferenciji, u Vrnjačkoj Banji juna 2014.

Posle rezimea rada, Milena Okošanović je, u Uvodu na dvadesetak strana prikazala osnovne osobine elektroencefalografskih signala. Izlaganja se odnose na normalnu moždanu aktivnost, primene EEG (elektroencefalografskih) sistema i istraživanja mozga sa posebni naglaskom na primene EEG sistema i istraživanja moždane aktivnosti u toku sna. Takođe, Milena Okošanović je prikazala nove trendove u razvoju opreme za snimanje i primene informaciono-komunikacionih tehnologija u ovom domenu (BCI (eng. *Brain-Computer Interface*) sistemi, neuromarketing i neuroergonomija), a ukazala je pravilno i na ograničenja u primenama EEG sistema.

Drugi deo rada se odnosi na originalni deo rada i detaljno prikazuje metodologiju rada. Izlaganje počinje prikazom ispitanika i procedure rada, merne opreme i primenjenih protokola sa konvencionalnim sistemom i sa sistemom elektroda koji se naziva *cEEG grid* (sistem elektroda koje se postavlja u okolini uva na deo koji tipično nije pokriven kosom, ali koji uključuje merenje signala sa mišića što znatno otežava izdvajanje moždanih signala. Posebno se razmatra

ERP (eng. *Event-related potential*). Ovaj deo uključuje i opis analize signala koja je korišćena da bi se dobili rezultati koje slede.

U trećem delu "Rezultati" su prikazani izmereni i obrađeni signali u ERP studiji pri primeni EEG kape i *cEEG grid* sistema elektroda. Rezultati uključuju i deo u kome su uređaj i elektroda *cEEG grid* testirani u toku sna.

U Diskusiji (4. deo) su posebno analizirani signali pri primeni *cEEG grid* elektrode u toku sna.

Zaključak (5. deo) jasno pokazuje da je *cEEG grid* elektrodno sistem upotrebljiv za analizu i da su rezultati koji se snimaju korisni za analize moždane aktivnosti u toku sna.

Literature pokazuje da je Milena Okošanović proučila relevantnu literaturu što je omogućilo pravilnu analizu signala koji su mereni sa dva sistema elektroda i novim akvizicionim uređajem SMARTING. Mora se naglasiti da su i SMARTING i *cEEG grid* novi sistemi u primenama. SMARTING je prenosni lagani 24-kanalni uređaj za koji je Milena Okošanović razvila niz aplikacija, a *cEEG grid* je napravljen posebno za ovu studiju.

Na kraju rada su data četiri priloga koji omogućuju drugim istraživačima da razumeju detalje, ali i da nastave rad u ovom domenu primene EEG sistema.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Metoda koja je korišćena za procenu primene EEG uređaja u istraživačke svrhe je ekstrakcija i prepoznavanja evociranih potencijala (eng. *Event-related potentials*, ERP) iz snimljenog moždanog signala, a kao rezultat upotrebe jedne od poznatih psiholoških paradigmi sa zvučnim i vizuelnim nadražajima. Ovo je značajan faktor pri primeni EEG sistema za *Brain-Computer interface* (BCI). U radu je posebna pažnja posvećena parametrima od interesa za procenu kvaliteta mobilnog EEG sistema kao što su mogućnosti prepoznavanja alfa ritma, treptaja, pokreta očiju i karakterističnih oblika vezanih za različite faze sna. Sličnost signala dobijenog klasičnim EEG elektrodama i *cEEG grid* elektrodama, prilikom merenja pokazuje mogućnosti i ograničenja primene *cEEG grid* sistema elektroda u odnosu na klasične EEG sisteme.

Eksperimentalni deo uključuje ERP studiju, pri primeni vizuelnih i auditornih stimulusa u mirovanju (sedenje) i kretanju (hod). Eksperiment je ponovljen koristeći *cEEG grid* sistem elektroda, prilikom mirovanja, na istom subjektu. Drugi deo rezultata se odnosi na studiju signala u toku sna, a pri primeni *cEEG grid* elektroda povezanih na ulaz SMARTING pojačavača.

Na ovaj način je pokazano da je oblast primene *cEEG grid* sistema odgovarajući kao zamena za klasični sistem sa EEG kapom. Ovaj zaključak je dobijen poređenjem informacija koju generiše novi sistem sa informacijom dobijenom sa klasičnim rasporedom elektroda. Rad vrlo pravilno i detaljno ukazuje i na ograničenja koja potiču od različitosti položaja elektroda u odnosu na izvor signala.

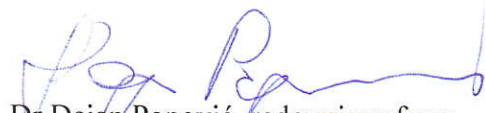
4. Zaključak i predlog

Na osnovu svega izloženog zaključili smo da je Milena Okošanović na uspešan način odgovorila na pitanja koja su postavljena pri definisanju zadatka. Milena Okošanović je pre svega rukovođena i usmeravana od strane eksperta u ovoj oblasti sa kojima saraduje preduzeće "mBrainTrain" razvila veštine da se uspešno bavi inženjerskim zadacima i da definiše problem koje treba izučavati pri razvoju novih uređaja za primene u biomedicini.

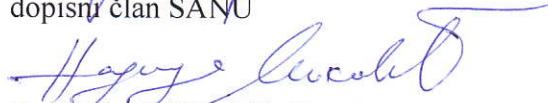
Rad je napisan na način koji pokazuje zrelost kandidata. Rad jasno pokazuje da je kandidatkinja Milena Okošanović sakupila i integrisala znanja predviđena pravilima i standardima Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu za zvanje master inženjer. Rezultati koje je prikazala i način na koji ih je prikazala je kvalifikuju za zvanje master na Univerzitetu u Beogradu - Elektrotehnički fakultet. Veštine i tehnike koje je Milena Okošanović prikazala ukazuju da se ona razvila 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 **Milene Okošanović** master rada pod naslovom: "**Mogućnosti i ograničenja mobilnog EEG na osnovu analize evociranih potencijala**".

Beograd, 27. septembar 2015.



Dr Dejan Popović, redovni profesor
dopisni član SANU



Dr Nadica Miljković, docent