

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena, Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 9 jula 2013. godine imenovalo nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. Miodraga M. Čupića pod naslovom "Klasifikacija pokreta prstiju na osnovu EMG signala snimljenih na podlaktici".

Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci kandidata

Miodrag M. Čupić je rođen 09.11.1989. godine u Gradišci, Bosni i Hercegovini. Gimnaziju je završio u Gradišci sa odličnim uspehom. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je 2008. godine, na odseku za signale i sisteme. Diplomirao je u junu 2012. godine sa prosečnom ocenom na ispitima 8.75, na diplomskom 10. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu je upisao novembra 2012. na odseku za signale i sisteme. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 9.5

2. Opis master rada

Master rad kandidata sadrži 35 strana teksta, zajedno sa slikama i dodacima. Rad sadrži 6 poglavlja i spisak literature. Spisak literature sadrži 22 reference.

Prvo poglavlje predstavlja uvod u kome su opisani predmet i cilj rada. U drugom poglavlju je dat kratak pregled razvoja mioelektričnog upravljanja, trenutne metode i bitne celine prilikom konstrukcije odgovarajućeg sistema upravljanja.

U trećem poglavlju je objašnjena softverska realizacija sistema. Objasnjeno je kako je izvršena akvizicija signala, njihova obrada, i grupacija obrađenih podataka u obliku koji je poželjan za daljnju klasifikaciju.

Četvrto poglavlje opisuje protokol merenja u kome je opisana postavka eksperimenta i procedura prilikom akvizicije signala sa podlaktice ispitanika. Snimanje se sastojalo tako što su prvo snimani signali do kraja u jednu datoteku a kasnije se ta datoteka čitala i vršila klasifikacija

signala (“*off-line*” klasifikacija), a zatim je napravljena druga postavka u kome je izvršena istovremena akvizicija i klasifikacija signala (“*on-line*” klasifikacija).

U okviru petog poglavlja su predstavljeni rezultati klasifikacije signala korišćenjem veštačkih neuralnih mreža. Takođe je izvršena diskusija rezultata. U ovom odeljku je izvršeno poređenje tačnosti klasifikatora prilikom “*off-line*” i “*on-line*” klasifikacije.

Šesto poglavlje je zaključak u okviru koga je opisan značaj opisanog rešenja i moguća dalja unapređenja. Rezimirani su rezultati rada, izazovi prilikom projektovanja i postavljeni temelji za detaljniju analizu klasifikacije EMG signala snimljenih na podlaktici.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Miodrag Čupić je u svom master nakon prikazao na zadovoljavajući način stanje u oblasti. Naime, pokazao je da je i pored više decenijskih napora istraživača da iskoriste signale koji potiču od voljne kontrakcije mišića za više nego kombinaciju prekidača. Električna aktivnost koja potiče od mišića daje vremenski promenljiv signala koji je korelisan sa mišićnom silom, ali ova zavisnost nije jednoznačna. Upravljanje pokretima šake (prirodne ili veštačke) je složen proces u kome sinergijski učestvuje veći broj aktuatora. Mehanički sistemi (veštačke šake) koji su replike prirodnih sistema zahtevaju kompleksne algoritme. Prirodno upravljanje je kodirana aktivnost perifernih nerava koja nastaje na osnovu koordinacije koja potiče od mozga i modulirana je na različit način u delovima centralnog nervnog sistema koristeći pri tom i informaciju sa periferije (eksterocepcija i propiocepcija). Ova aktivnost je svakako sadržana kao stohastički signal u mišićima koji učestvuju u procesu upravljanja, ali nije jednostavni zbir, a u slučaju amputacije je i značajno primenjeni sistem. Koristeći ova saznanja (literatura obuhvata 22 naslova koji odlično daju stanje u oblasti) Miodrag Čupić je u svom radu primenio metod klasifikacije koji koristi sofisticirane metode grupisanja. Kao i mnogi drugi autori rezultati koji su prikazani koriste signale snimljene na rukama ispitanika koji imaju ruku, i to na određeni način predstavlja ograničenje, ali je metodologija koja je primenjena dovoljno opšta da omogućava primenu i na signale koji potiču od ljudi kojima je amputirana šaka i ručni zglob (transradijalna amputacija).

Autor je u radu pokazao da je ustanju da samostalno sakupi podatke, obradi te podatke u skladu sa savremenim metodama obrade biomedicinskih signala koje se uobičajeno koriste u analizi električne aktivnosti mišića.

U trećem poglavlju rada je autor objasnio metod koji koristi u nastavku na način koji omogućava drugima da nastave njegova interesantna istraživanja na odličan način. U četvrtoj glavi je prikazan metod merenja na način koji omogućava da oni koji se bave ovom oblašću nastave ova interesantna i važna istraživanja. U radu su predstavljeni rezultati klasifikacije signala

korišćenjem veštačkih neuralnih mreža, a dobijeni rezultati su detaljno analizirani, posebno sa stanovišta varijabilnosti od jednog do drugog potencijalnog korisnika veštačke šake.

Na kraju na doba način autor opisuje značaj svog rešenja i ukazuje na ograničenja i moguće metode daljih unapređenja.

Ovaj rad je odlična osnova za istraživanja u oblasti primene elektrofizioloških signala u upravljanju veštačkim ekstremitetima i *biofeedback*-u.

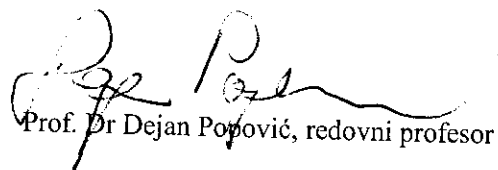
4. Zaključak i predlog

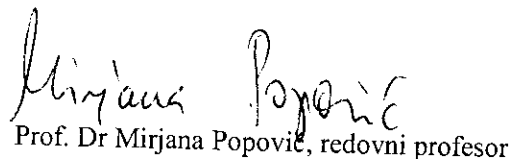
Na osnovu svega izloženog zaključili smo da je Miodrag Čupić na uspešan način odgovorio na pitanja koja su postavljena pri definisanju zadatka. Miodrag je prikazao metod sakupljanja elektrofizioloških signala sa ruke podlaktice koji odgovaraju kontrakcijama pri namerama za generisanje različitih hvatova/pokreta prstima koristeći površinske elektrode i odgovarajuće elektronske komponente neophodne za minimizaciju smetnji pri merenjima. Miodrag je prikazao originalni metod primarne obrade i metod klasifikacije signala tako da pojedini skupovi EMG signala odgovaraju namerama ispitanika da kontroliše položaj svojih prstiju, tj. funkcionalno pokreće prsta (hvat). u radu je prikazana mogućnost primena ovog sistem u realnom vremenu.

Rad ne napisan na način koji pokazuje zrelost kandidata. Rad jasno pokazuje da je kandidat Miodrag Čupić sakupio i integrisao znanja predviđena pravilima i standardima Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu za zvanje master inženjer. Rezultati koje je prokazao i način na koji je prikazao rezultate ga kvalifikuju da stekne zvanje na Univerzitetu u Beogradu - Elektrotehnički fakultet i da bude uspešan master inženjer koji će svoja znanja, ideje i maštu pretvoriti u nove metode i instrumentaciju.

Shodno zaključcima predlažemo Komisiji II stepena studija Univerziteta u Beogradu - Elektrotehnički fakultet da ovaj izveštaj usvoji i odobri javnu usmenu odbranu Miodragu Čupiću master rada pod naslovom: "Klasifikacija pokreta prstiju na osnovu EMG signala snimljenih na podlaktici" pred istom Komisijom.

Beograd, 11. april 2014.


Prof. Dr Dejan Popović, redovni profesor


Prof. Dr Mirjana Popović, redovni profesor