



# УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 13.06.2017. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. **Сергеја Касавице** под насловом „Систем за миоелектрично управљање антропоморфним роботским прстом са сензорском повратном спрегом“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Сергеј Касавица је рођен 28.12.1992. године у Београду. Завршио је ОШ "Јован Миодраговић" у Београду са одличним успехом. Уписао је „Шесту београдску гимназију“ у Београду коју је такође завршио са одличним успехом. Током школовања, радио је на бројним пројектима у сфери Биомедицине и Роботике. Посебно треба истаћи учествовање на међународној конференцији “Brain Awareness Week” где је био задужен за програмирање Лего робота и за управљање истима. Такође био је тренер женске и капитен мушке одбојкашке екипе Електротехничког факултета у Београду, где је у својству тренера и играча освојио велики број трофеја. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2011. године. Дипломирао је на одсеку за Сигнале и системе 2015. године са просечном оценом 8.17. Дипломски рад „Пројектовање система за управљање Лего роботом на основу мерења параметара хода“ одбранио је у септембру 2015. године са оценом 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао 2015. године на Модулу за Сигнале и систем. Положио је све испите са просечном оценом 9,20. 2016. године се запослио у фирми “Q-FREE ELCOM” у Београду на позицији развојног хардвер инжењера.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 51 страну, са укупно 48 слика, 8 табела и 20 референци. Рад садржи увод, 5 поглавља и закључак (укупно 7 поглавља), списак слика, списак табела, и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани мотивација, предмет и циљ рада. Приказана је статистика узрока ампутација удова и коментарисан значај који има дизајнирање јефтених вештачких удова. Укратко је описана и структура рада.

У другом поглављу је дат преглед постојећих начина пројектовања вештачких шака. За свако решење су продискутоване предности и недостаци дизајна и начина управљања.

У трећем поглављу су приказане теоријске основе анализе пројектованог роботског прста по узору на *Pendubot* двосегментни роботски систем који је управљан једним актуатором са затвореном сензорском повратном спрегом. Приказане су теоријске основе статичке анализе роботског система, анализе контактних сила и стабилности хвата, а приказан је и начин имплементације динамике упрошћеног роботског система.

У четвртном поглављу је описана техника снимања мишићне активности (електромиографија, ЕМГ) која је коришћена за управљање хватом роботског прста. У овом поглављу су објашњене методе аквизиције и стандардне обраде ЕМГ сигнала.

Петом поглављу детаљно описује дизајн роботског прста као и хардверску и софтверску реализацију система за управљање кретањем прста на основу активације мишића. Детаљно је описана аквизиција и обрада управљачког ЕМГ сигнала, реализација

управљачке електронике и повратне спреге преко тактилног сензора. Приказана је и структура модела механичког дела система.

У оквиру шестог поглавља су приказани резултати симулације модела за анализу динамике роботског система као и пример резултата управљачког ЕМГ сигнала и сигнала одзива са тактилног сензора приликом хвата.

Последње, седмо поглавље садржи закључке кандидата, резиме доприноса рада, опис значаја предложене платформе и сугестије за могућности надградње и унапређења.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Сергеја Касавице се бави пројектовањем платформе за тестирање алгоритама управљања антропоморфним роботским прстом. Циљ рада је хардверска реализација система која укључује 3Д штампу роботског прста, дизајн електронског система за управљање мотором, као и тестирање једноставног алгорита за миоелектрично управљање хватом са тактилно повратном спрегом. При реализацији система је посебно вођено рачуна о модуларности, тј. могућности једноставног мултиплицирања система за додатне роботске прсте,

За дизајн лејаута је коришћен *Altium Designer (Altium LLC, USA)*. За управљање једносмерним мотором са енкодером је коришћен *H-Bridge L298N* модул, а за реализацију имплементације алгорита за миоелектрично управљање су коришћени *Arduino Nano* контролер (*Design Institute of Ivrea, Italy*) и *MyoWare (Sparkfun Electronics, Колорадо)* појачавач. За сензорну повратну спрегу је коришћен капацитивни тактилни сензор. Рад укључује и математичко моделовање кретања механичког система коришћењем *Matlab/Simulink (Mathworks, USA, верзија R2017a)* софтвера.

Основни резултати рада су: 1) симулација кретања механичког дела система, 2) физичка реализација система, 3) пројектовање електронског дела система за управљање мотором, 4) тестирање алгорита за миоелектрично управљање хватом.

### 4. Закључак и предлог


Кандидат Сергеј Касавица је у свом мастер раду успешно реализовао и тестирао систем за миоелектрично управљање антропоморфним роботским прстом са сензорном повратном спрегом и приказао резултате симулације механичког дела система. Приказани систем се може једноставно мултиплицирати, тј. надградити до антропоморфног роботског система са четири прста. Посебан значај пројектоване платформе је у могућности њеног коришћења у настави ради даље едукације студената као и за истраживање и валидацију напредних алгоритама управљања.

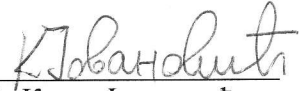
Кандидат је показао самосталност и низ иновативних елемената приликом пројектовања роботског система као и темељно и практично познавање хардверске имплементације при реализацији управљачког дела система.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад „Систем за миоелектрично управљање антропоморфним роботским прстом са сензорском повратном спрегом“ дипл. инж. Сергеја Касавице прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 01. 09. 2017. године

Чланови комисије:

  
Др Милица Јанковић, доцент.

  
Др Коста Јовановић, доцент.