

НАУЧНОМ ВЕЋУ ИНСТИТУТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА СРПСКЕ АКАДЕМИЈЕ НАУКА И УМЕТНОСТИ

Одлуком Научног већа Института техничких наука САНУ, на седници одржаној 17. новембра 2020. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену испуњености услова за избор др Ивана Топаловића у звање научни сарадник. На основу документације поднете Научном већу Института техничких наука САНУ подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

На основу члана 20 Правилника о поступку, начину вредновања, квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача („Службени гласник РС“, бр. 24/2016, 21/2017 и 38/2017) Комисија подноси извештај који садржи следеће елементе:

1. Биографски подаци

Иван Топаловић је рођен 20. априла 1989. године у Горњем Милановцу. Основну школу и гимназију је завршио у Чачку.

Основне академске студије уписао је 2008. године на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду, на смеру Електротехника и рачунарство. У другој години студија се определио за модул Физичка електроника – Биомедицински и еколошки инжењеринг. Дипломирао је 2013. године, на тему: „Систем за снимање телесних температурних мапа на бази NTC термистора“.

По дипломирању уписао је мастер академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на смеру „Биомедицински и еколошки инжењеринг“. Одбранио је мастер рад 2014. године под насловом „Миоелектрични сигнали за управљање прстима роботске шаке“.

2014. године уписао је докторске академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на смеру Управљање системима и обрада сигнала. Докторску дисертацију, под називом „Примена мултиканалне електромиографије у рехабилитацији“, успешно је одбранио 26. октобра 2020. године, на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Ментор на докторским студијама му је био академик Дејан Б. Поповић

Од 1. априла 2016. године запослен је у Институту техничких наука САНУ, као истраживач приправник. Ангажован је на пројектима ИИИ 44008 – „Развој робота као средства за помоћ у превазилажењу тешкоћа у развоју деце“ и ТР 35003 – „Истраживање и развој амбијентално-интелигентних сервисних робота антропоморфних карактеристика“.

Од 8. маја 2018. године изабран је у звање истраживач сарадник.

Иван је аутор/коаутор два рада који су на листи *Web of Science* листи. Поред тога аутор или коаутор је на 10 радова објављених на међународним конференцијама и коаутор два поглавља у књигама.

2. Ангажованост на пројектима

Др Иван Топаловић је ангажован на пројектима ИИИ 44008 – „Развој робота као средства за помоћ у превазилажењу тешкоћа у развоју деце“ којим руководи Проф. Бранислав Боровац и ТР 35003 – „Истраживање и развој амбијентално-интелигентних сервисних робота антропоморфних карактеристика“ којим руководи Проф. Вељко Поткоњак. Др Иван Топаловић сарађује и на пројекту Ф137 којим руководи академик Дејан Поповић, а финансира САНУ. Др Иван Топаловић је учествовао на пројекту билатералне сарадње Павле Савић између Србије и Француске у периоду 2018-2019. године.

3. Кратка анализа научно-истраживачког рада

У протеклом периоду кандидат др Иван Топаловић се бавио истраживачким радом у области биомедицинског инжењерства и технологија, са нагласком на област унапређења комуникација између сензорно-моторног система човека и рачунара. Специфично, Др Иван Топаловић је унапредио метод и инструментацију за анализу мишићне активности екстремитета синхронно са праћењем кинематике и динамике које карактеришу покрете. Ова унапређења су намењена неуралним протезама које се користе у рехабилитацији особа са сензорно-моторним дефицитом и праћењу ефеката терапије. Резултати истраживачког рада др Ивана Топаловића налазе примену и у рехабилитационој роботизици у домену унапређеног управљања и *biofeedback* система. Ови резултати су приказани у радовима у часописима који су у бази *SCI*.

Хипотеза истраживања је била да се са релативно великим проводним контактима ($\approx 2\text{cm}^2$) који формирају матричну електроду у облику који одговара анатомској геометрији мишића добијају подаци (слике) које омогућују просторно и временско праћење електричне активности посматраног мишића. Систем који је др Иван Топаловић реализовао ја преносан, комуницира бежично са рачунаром и користи електронске конфигурације које минимизирају неминовне електричне шуме при снимању површинског електромиограма (ЕМГ). Резултате који су постигнути можемо поделити на намену реализованог система:

- I. генерисање сигнала за управљање моторизованим мултифункционалним протезама и егзоскелетима;
- II. избор оптималне конфигурације за функционалне електричне стимулације системима за ресторацију покрета хватања и манипулације;
- III. праћење тока и ефеката терапије.

Подобласт I се заснива на препознавању покрета прстију и шаке на бази мултиканалног ЕМГ-а. У раду (М33: [3]) је приказана примена методе главних компоненти (*Principal Component Analysis – PCA*) за анализу синергија флексора и екстензора подлактице и испитивање могућности редуковања броја контролних сигнала за роботске механизме контролисане ЕМГ сигнаlima. За разлику од *PCA* анализе и „*Black box*“ приступа анализи мишићних активности, у раду (М33: [2])

приказана је могућност праћења просторно-временских расподела електричних активности синергиста. Резултати овакве анализе су примењени у раду (M22: [1]), који даје детаљан опис метода за формирање ЕМГ мапа и алгоритам детекције регија јаке електричне активности при функционалној флексији појединачних прстију. Приказани су резултати класификације ових регија, чиме је показана могућност употребе овакве врсте анализе за детекције и препознавање покрета. Анализа је базирана на формирању ЕМГ мапа које дају просторно-временску слику синергије активности мишића и њиховој анализи применом техника из домена процесирања дигиталне слике. Поред глобално дефинисаног метода препознавања покрета, додатно су испитане варијације овог метода за примену у контроли циљане електричне стимулације и у потенцијалној примени за ЕМГ „*biofeedback*“, који је приказан у оквиру докторске тезе (M71:[1]).

Подобласт II се заснива на употреби ЕМГ мапа са циљем процене позиције стимулационих електрода за функционалну електричну стимулацију. Упоређене су ЕМГ мапе са паретичне и непаретичне руке пацијената са хемиплегијом, снимљених током функционалних покрета. На бази хипотетичне симетрије мишићних активности при истим покретима (са леве и десне руке) и поређења ЕМГ снимљених са паретичне и непаретичне руке при истом моторном задатку (који на паретичној руци не даје жељене покрете) формиране су мапе за селективну електричну стимулацију применом нових електрода са више контаката са кожом. Резултати ових истраживања су приказани у (M33: [2], M33: [8], M14: [1]).

У оквиру Подобласти III испитивана је примена анализе просторне расподеле електричне активности мишића са потколена пацијената, у комбинацији са синхроним кинематичким и динамичким мерењима за процену хода пацијента пре и после терапије. Формиран је сет темпоралних параметара хода, на бази кинематичких и динамичких мерења за квантитативну и квалитативну процену хода. Поред параметара који описују ход, дат је и предлог квантификације ЕМГ мапа са паретичне и непаретичне ноге у циљу објективне процене опоравка хода. Резултати ових истраживања су приказани у (M33: [1, 5-7, 9], M34: [1]).

У току истраживања др Иван Топаловић је развио интензивну сарадњу са истраживачима и клиничарима у Клиници за рехабилитацију „Др Мирослав Зотовић“ у Београду. У овом раду кандидат је показао да уме да планира клиничке студије и да припреми неопходне документе који гарантују етичност у испитивањима. Ова сарадња је омогућила да се посматрају примене резултата у клиничком окружењу, што има велики значај за развој области којом се кандидат бави.

4. Цитираност

Према индексној бази *Scopus*, на дан 16.11.2020. године, радови др Ивана Топаловића су цитирани 13 пута, од чега су 11 без хетероцитата, док Хиршов индекс (индекс) износи $h=2$. Сви цитати су дати у прилогу 3.

5. Мишљење и предлог комисије

На основу упутства за разврставање и квантификацију индивидуалних научно-истраживачких резултата датих у Прилогу 2 Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата

истраживача („Службени гласник РС“, бр. 24/2016 и 21/2017), резултати кандидата др Ивана Топаловића су сумирани у Табели 1.

Минимални услови за стицање звања научни сарадник прописани истим правилником су да је у наведеном периоду кандидат остварио бар 16 бодова, од чега бар 10 морају да потичу од збира вредности индикатора М10, М20, М31, М32, М33, М41 и М42, а бар 6 бодова од збира вредности индикатора М11, М12, М21, М22 и М23. У Табели 2 дат је упоредни приказ прописаних услова и остварених резултата кандидата др Ивана Топаловића, на основу којих се види да је кандидат остварио већи број бодова у обе категорије. Такође, цитираност радова које је кандидат објавио у претходном периоду, потврђује квалитет његовог научно-истраживачког рада и указује на актуелност проблематике којом се бави.

Табела 1 Научно-истраживачки резултати др Ивана Топаловића

Индикатор	Категорија	Број	Вредност индикатора	Укупна вредност
М14	Монографска студија/поглавље у књизи М12 или рад у тематској области међународног значаја	1	4	4
М22	Рад у истакнутом међународном часопису	2	5	10
М33	Саопштење са међународног скупа штампано у целини	9	1	9
М34	Саопштење са међународног скупа штампано у изводу	1	0,5	0,5
М71	Одбрањена докторска дисертација	1	6	6
Укупно				29,5

Табела 2 Минимални квантитативни захтеви за стицање звања научни сарадник и остварени резултати др Ивана Топаловића

За звање научни сарадник	Потребан услов (\geq)	Остварено
Укупно бодова	16	29
Обавезни (1) М10+М20+М31+М32+М33+М41+М42	10	23
Обавезни (2) М11+М12+М21+М22+М23	6	14

На основу свега изложеног може се извести следећи

ЗАКЉУЧАК


На основу увида у научно-истраживачку активност др Ивана Топаловића, комисија закључује да је кандидат остварио значајне резултате из области биомедицинског инжењерства, посебно у домену рехабилитационог инжењерства и медицинске роботике. У протеклом периоду, кандидат је показао систематичност и самосталност у научно-истраживачком раду, као и способност за тимски рад у пројектним задацима. Објављене публикације и учешћа на међународним конференцијама указују на квалитет рада у наведеној научној области.

Имајући у виду да је кандидат испунио све услове прописане Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких

резултата истраживача Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, комисија предлаже Научном Већу Института техничких наука да усвоји овај извештај и да надлежној Комисији Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије предлог да др Иван Топаловић буде изабран у звање научни сарадник.

У Београду,
18. новембра 2020. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:



Др Лана Поповић Манески, научни сарадник,
Институт техничких наука САНУ



Др Ненад Игњатовић, научни саветник,
Институт техничких наука САНУ



Др Дејан Б. Поповић, редовни члан САНУ