

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Надице Миљковић за израду докторске дисертације

Одлуком која је донета на седници Изборног и Наставно-научног већа, Електротехничког факултета, Универзитета у Београду бр. 760 одржане 12. марта 2013. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Надице Миљковић**, мастер инжењера електротехнике и рачунарства за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **"Методе и инструментација за процену активности моторног система на основу електромиографских сигнала"**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски и подаци о школовању

Надица Миљковић је рођена 2. јануара 1986. године у Крушевцу. У основној школи "Драгомир Марковић" и Гимназији (природно-математички смер) у Крушевцу била је носилац дипломе "Вук Караџић" и ђак генерације, као и носилац више диплома са Републичких и Савезних такмичења из математике и физике. Електротехнички факултет, Универзитета у Београду уписала је са 100 поена на пријемном испиту 2004. године и завршила основне студије на Катедри за сигнале и системе 2008. године у року са просечном оценом 8,58. Дипломски рад под менторством проф. Србијанке Турајлић "Фази управљање инверзним клатном" је одбранила са оценом 10. Исте године, уписала је мастер студије на модулу Биомедицински и еколошки инжењеринг на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду и завршила их следеће, 2009. године, са просечном оценом 9,67. Мастер рад "Полимиографија за анализу опоравка функција после повреде централног нервног система" је радила под менторством проф. Дејана Б. Поповића и одбранила га са одличном оценом 10. 2009. године је уписала докторске студије на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду на модулу Управљање системима и обрада сигнала. Положила је све испите са просечном оценом 10.

1.2 Подаци о кретању на послу

Од септембра 2008. године, Надица Миљковић је ангажована у Лабораторији за Биомедицинску Инструментацију и Технологије (БМИТ) на Електротехничком факултету Универзитета у Београду као сарадник на пројекту, потом као сарадник у настави и лабораторијски инжењер. Децембра 2011. године изабрана је у звање асистента при Катедри за Сигнале и системе, Електротехничког факултета, Универзитета у Београду. Тренутно

учествује у извођењу наставе на 9 предмета на основним и мастер студијама на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду: Електрична мерења, Системи и сигнали у организму, Аквизиција електрофизиолошких сигнала, Практикум из софтверског пакета *LabVIEW*, Практикум из софтверских алата, Клиничко инжењерство, Неурално инжењерство, Моделирање биофизичких система и Методе анализе електрофизиолошких сигнала.

Током зимског семестра школске 2009/2010 и 2010/2011 била је ангажована и на извођењу наставе на Факултету техничких наука, Универзитета у Новом Саду.

На Институту за Мултидисциплинарна истраживања у Београду је бирања у истраживача приправника у јуну 2010. године, а децембра 2010. године у звање истраживач сарадник.

1.3. Научно-истраживачке активности

Област истраживања Надице Миљковић је развој нових система (хардвер и софтвер) за аквизицију електрофизиолошких сигнала и интеграцију нових метода и процедура у рехабилитацији пацијената са сензорно-моторним дефицитима. Истраживачки рад укључује теоријска разматрања у домену неуронаука, инжењерске задатаке у домену обраде сигнала и клинички рад у тестирању и евалуацији теоријских резултата.

Надица Миљковић је била укључена у 2 пројекта: TEMPUS CRH-BME: *Curricula Reformation and Harmonisation in the field of Biomedical Engineering*, 144537-TEMPUS-2008-GR-JPCR; EU project, 2009-2011. и пројекат у области основних наука "Ефекти асистивних система у неурорехабилитацији: опоравак сензорно-моторних функција", бр. 175016, који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја, Република Србија у периоду 2011-2014 и којим руководи проф. Мирјана Поповић.

Од маја 2009. Надица Миљковић је ангажована и на истраживачким пројектима у оквиру предузећа Tescalia Serbia DOO у Београду на развоју и примени система за мерење електрофизиолошких сигнала.

Надица Миљковић је до сада објавила 3 рада у часописима са СЦИ листе, а више радова је у припреми за слање у часописе са СЦИ листе. До сада, Надица Миљковић је објавила 9 радова на међународним конференцијама штампаних у целини, 4 рада на међународним конференцијама штампаних у изводу, 1 рад на националној конференцији штампан у целини и 3 рада на националним конференцијама штампаних у изводу.

1.4 Списак објављених радова

- у часописима који су на СЦИ листи:

1. Kojović J., **Miljković N.**, Janković M. M., Popović D. B.: Recovery of motor function after stroke: a polomyography-based analysis, *Journal of Neuroscience Methods*, Vol 194, No 2, 2011, pp. 321-328. (M23)
2. Petrović M. D., Daničić A., Atanasoski V., Radosavljević S., Prodanović V., **Miljković N.**, Petrović J., Petrović D., Bojović B., Hadžievski Lj., Allsop T., Lloyd G., Webb D. J.: Fibre-grating sensors for the measurement of physiological pulsations, accepted for *Physica Scripta*, 2013. (M22)
3. **Miljković N.**, Milovanović I., Dragin A., Konstantinović Lj., Popović D. B.: Muscle synergies with Walkaround® postural support vs. "cane/therapist" assistance, accepted for *Neurorehabilitation*, 2013. (M21)

- у зборницима са међународних и домаћих конференција:
- 4. **Miljković N.**, Kojić J., Janković M. M., Popović D. B.: *An EMG based system for assessment of recovery of movement*, Proceedings of 15th IFESS Annual Conference, Vienna, Austria, 2010., pp. 200-202. (Abstract in J Artificial Organs, Vol 34, No 8, pp. A32). (M33)
- 5. **Miljković N.**, Matić V., Van Huffel S., Popović M. B.: *Independent Component Analysis (ICA) Methods for Neonatal EEG Artefact Extraction: Sensitivity to Variation of Artefact Properties*, Proceedings of the 10th Symposium on Neural Network Applications in Electric Engineering, Belgrade, Serbia, 2010, pp. 19-21. (M33)
- 6. Veneman J. F., Došen S., **Miljković N.**, Jovičić N., Veg A., Popović D. B., Keller T.: *A device for active posture assistance during over ground gait training*, Proceedings of the 1st International Conference on Applied Bionics and Biomechanics, Venice, Italy, 2010, [CD-ROM], pp. 1-5. (M33)
- 7. **Miljković N.**, Janković M. M., Popović D. B.: *Clustering technique for quantitative assessment of motor function in stroke patients*, Proceedings of the 5th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, Budapest, Hungary, 2011, pp. 753-756. (M33)
- 8. **Miljković N.**, Bijelić G., Garcia G. A., Popović M. B.: *Independent Component Analysis of EMG for posture detection: sensitivity to variation of posture properties*, Proceedings of the 19th Telecommunications Forum, Belgrade, Serbia, 2011, pp. 47-50. (M33)
- 9. Zabaleta H., Rodriguez-de-Pablo C., **Miljković N.**, Keller T., Garcia G. A.: *sEMG-based detection of poor posture: a feasibility study*, Proceedings of the 34th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society, San Diego, USA, 2012, pp. 1210-1213. (M33)
- 10. Kojić V., **Miljković N.**, Malešević N., Popović D.B.: *H-reflex recorded by multi-pad EMG electrodes*, Proceedings of the 11th symposium in Neural Network Applications in Electrical Engineering, Belgrade, Serbia, 2012, pp. 119-122. (M33)
- 11. **Miljković N.**, Zabaleta H., Rodriguez-de-Pablo C., Keller T., Garcia G. A.: *EMG topography of low back muscles as a tool for posture evaluation and for the assessment of lumalgia treatment progress*, Proceedings of the 1st International Conference on Neurorehabilitation, Toledo, Spain, 2012, pp. 495-499. (M33)
- 12. Popović D. B., Veg A., Dragin A., **Miljković N.**, Đurić-Jovičić M., Konstantinović Lj.: *Assisting persons after stroke to restore gait: hybrid system*, Proceedings of the 1st International Conference on Neurorehabilitation, Toledo, Spain, 2012, pp. 209-213. (M33)
- 13. **Miljković N.**, Jovičić N., Veg A., Popović D. B.: *Control of position of center of mass: powered walkaround*, Proceedings of the XVIII Congress of the International Society of Electrophysiology and Kinesiology, Aalborg, Denmark, 2010, [CD-ROM]. (M34)
- 14. **Miljković N.**, Dragin A., Milovanović I., Schwirtlich L.: *Differences in muscle activation patterns when assisted by a cane and Walkaround® in sub-acute stroke patients*, Proceedings of the 18th European Congress of Physical & Rehabilitation Medicine, Thessaloniki, Greece, 2012, [CD-ROM]. (M34)
- 15. **Miljković N.**, Miler-Jerković V., Zabaleta H., Rodriguez-de-Pablo C., Garcia G. A.: *Quantifying favourable low back muscles during quiet sitting and standing: Principal Component Analysis (PCA) based approach*, Proceedings of the 19th Biennial Conference of the International Society of Electrophysiology and Kinesiology, Brisbane, Australia, 2012, pp. 523. (M34)
- 16. Petrović M., Daničić A., Atanasoski V., Radosavljević S., Prodanović V., **Miljković N.**, Bojanić B., Petrović J., Hadžievski Lj., Allsop T., Lloyd G., Webb D. J.: *Fibre-grating sensors for the measurement of physiological pulsations*, Proceedings of the 3rd International Conference on the Physics of Optical Materials and Devices, Belgrade, Serbia, 2012, pp. 164. (M34)

17. **Miljković N.**, Milovanović I., Kojović J.: *Multi-channel EMG for studying motor control*, Proceedings of the 53rd ETRAN Conference, Vrnjačka banja, Serbia, 2009, [CD-ROM]. (M63)
18. Čobeljić R., Schwirtlich L., Ribarić Jankes K., **Miljković N.**, Dimitrijević M. R., Popović D. B.: *Soleus muscle H-reflex measurements before and after galvanic stimulation of the vestibular apparatus*, Proceedings of the 2nd Memorial Symposium "Petar Arežina": research in Neural Rehabilitation, Belgrade, Serbia, 2012, [CD-ROM]. (M62)
19. Ribarić Jankes K., Čobeljić R., Schwirtlich L., **Miljković N.**, Dimitrijević M. R., Popović D. B.: *Clinical neurophysiology of the vestibulospinal modulation (conditioning) of low extremities muscle tone*, Proceedings of the 2nd Memorial Symposium "Petar Arežina": research in Neural Rehabilitation, Belgrade, Serbia, 2012, [CD-ROM]. (M62)
20. **Miljković N.**, Schwirtlich L., Ribarić Jankes K., Čobeljić R., Dimitrijević M. R., Popović D. B.: *Instrumentation for detecting and conditioning of the H-reflex*, Proceedings of the 2nd Memorial Symposium "Petar Arežina": research in Neural Rehabilitation, Belgrade, Serbia, 2012, [CD-ROM]. (M62)

Досадашњи рад је резултовао и решењима која се припремају за патентне пријаве. То се пре свега односи на нови уређај за мерење и анализу електромиографских сигнала који је до сада примењен у 4 клиничке студије у сарадњи са Клиником са рехабилитацију "Др Мирослав Зотовић" у Београду.

1.5 Стручне активности

Септембра 2010. године, Надица Миљковић је положила CLAD сертификат (*Certified LabVIEW Associate Developer, National Instruments, Austin, USA*, серијски број: 100-310-2322). Од 2011. године, организатор је и члан комисије на LabVIEW такмичењима под покровитељством *National Instruments*-а у организацији Лабораторије за Биомедицинску Инструментацију и Технологије (БМИТ) на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду.

Надица Миљковић је учествовала у организацији студентске радионице „*Energize the Future!*”, у организацији Удружења студената електротехнике Европе, EESTEC LK у Београду 2010. године. У 2012. години је учествовала у припреми научно-популарних демонстрација за Фестивал роботике, у организацији Електротехничког факултета, Универзитета у Београду и Центра за промоцију науке у Београду.

При Сектору за технолошки развој, трансфер технологија и иновационе системе у Министарству просвете, науке и технолошког развоја, Републике Србије, Надица Миљковић је 2012. године била ангажована као Рецензент Иновационих пројеката.

Од 2011. године, Надица Миљковић учествује у организацији и реализацији (предавања, демонстрације и постери) семинара поводом обележавања Недеље свести о мозгу на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду и тим ангажманом је допринела да се за техничке аспекте неуронаука повећа интерес студената и клиничара у Србији.

Од марта 2012. године, Надица Миљковић је члан Студентске секције за Неуронауке, Друштва за Неуронауку Србије и од септембра 2009. године члан је IFESS-а (*International Functional Electrical Stimulation Society*).

2. Предмет и циљ истраживања

Скелетни, мишићни и нервни систем човека су анатомско-физиолошка основа свакодневних животних активности, као што су: покрети рукама, седење, стајање, ходање и др. Скелетни систем даје облик и крутост систему, зглобови омогућују покрете, а лигаменти обезбеђују интегралност зглобова. Мишићи су актуатори који обезбеђују релативно померање

сегемената тела и повезани су за скелет тетивама. Централни нервни систем управља овим сложеним системом. Периферни нервни систем обезбеђује пренос сигнала са сензора централном нервном систему и пренос команди мишићима од централног нервног система. У циљу посматрања овог сложеног система је од изузетног значаја имати на располагању технички систем који даје могућност објективизације и квантификације активности мишића, периферних нерава, преносних механизма у нервном систему и кретања појединих делова тела и тела у целини.

Праћење мишићне и нервне активности је могуће применом снимања електрофизиолошких сигнала. Снимање сигнала подразумева примену електрода, електронских компоненти које омогућују елиминацију сметњи при снимању, аквизиционог система који снима већи број сигнала у исто време и обраду сигнала како у реалном времену, тако и после снимања. Циљ истраживања је усавршавање технологије са посебним акцентом на развој нових метода детекције специфичности електрофизиолошких сигнала софистицираним процесирањем и развојем нових модела процеса у сензорно-моторном систему. Новоразвијени систем има две намене: подршка базичним истраживањима у домену наука и подршка клиничком раду у праћењу промена у електрофизиолошким параметрима у случају болести. Клиничка примена има посебан значај јер потенцијално омогућује праћење опоравка у процесима рехабилитације, па самим тим помаже у оптималном избору терапијских модалитета. Клиничка примена има задатак да буде допуна конвенционалним валоризованим клиничким скалама које често нису довољно осетљиве да би указале на изворе патологије и још више на промене у стању пацијената при лечењу.

Стање у области. За оцену рехабилитационих процедура и за дијагностику сензорно-моторног статуса пацијената са повредама централног и периферног нервног система у клиничкој пракси се користе устаљене класификационе методе [1]. У већини случајева овакве мере функционисања сензорно-моторног система нису квантификоване и није их једноставно применити са одговарајућом поновљивошћу и поузданошћу [1]. Већина истраживача који су се бавили оценом укупног функционалног капацитета код пацијената су изостављали оцењивање сензорно-моторних функција и задржали су се на опису квалитета свакодневног живота помоћу тестова активности живота (енг. ADL - *Activities of daily living*) [2]. Паралелно, постоје квантификоване методе које посматрају кинематику и динамику покрета и дају квантификацију моторног система и тока опоравка [3].

Мерење електромиографских (ЕМГ) сигнала је једна од метода која се користи за оцену моторног статуса на директан и сензорног статуса на индиректан начин. Технолошки напредак омогућио је да се повећа укупна спознаја о мишићном и нервном систему и да се успешније примене терапијске процедуре у циљу опоравка пацијената.

Ова дисертација је посвећена развоју нове технологије и прилагођењу те нове технологије постојећим клиничким процедурама са циљем стандардизације. Од 90-их година прошлог века до данас је у литератури приказано низ мера стандардизације ових процедура. Без обзира што та стандардизација још увек није комплетна, истраживачи користе динамичке, кинематичке и тестове засноване на анализи електромиографских сигнала са циљем процене моторних функција [4-6].

Постоје 2 прилаза у проучавању моторних функција помоћу површинских електромиографских сигнала [7]. Један од приступа је да се користе полимиографска мерења (биполарна мерења електромиографских сигнала са више мишића) у динамичким или статичким условима. У том случају се обрасци активације разних мишићних група код пацијената пореде са нормалним/здравим обрасцима. Други прилаз се заснива на мерењу евоцираних потенцијала који се најчешће изазивају користећи електричну стимулацију. Оба

прилаза дају обиље података за анализу моторног система како здравих тако и пацијената са болешћу или повредама периферног и централног нервног система, као и променама на мишићима [7]. Техничким речником: површинска електромиографија се може сматрати маркером који обележава функционисање сензорно-моторног система [8-10]. Предлог истраживања јасно указује да ће Надица Миљковић детаљо размотрити оба поменута прилаза.

Истаћи ћемо да предлог тезе указује на стандардизацију која је урађена и у оквиру пројекта SENIAM - *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles* као део интегрисаних истраживања у Европи [11]. Каснија истраживања аутора ове стандардизације су показала да је неопходно побољшати и допунити правила да би истраживачи на разним деловима земље могли да пореде своје резултате. Једна од основних новина је примена матричних електрода које се постављају на кожу и које дају могућност детаљније анализе и објективизације функционисања система. Приступ који се предлаже у тези, користи нека од сазнања, али указује и на друге могућности које пружа примена матричних електрода [12]. Специфичности на које указује предлог истраживања је и примена матричних електрода новог типа за генерисање евоцираних потенцијала.

У досадашњем истраживању Надица Миљковић је показала како се предложена методологија и на основу ње пројектована инструментација могу користити за оцену опоравка доњих екстремитета приликом електромиографских мерења спонтане активности за контролисане покрете [13]. Показан је пример примене полимиографске студије за оцену моторне функције код пацијената који су преживели церебро-васкуларни инсульт. Уведена мера коонтракције и прецизно дефинисан протокол омогућили су увид у физиологију опоравка пацијената и поређење две методе терапије хода. Показано је и постојање корелације нове методе са већ постојећим клиничким мерама опоравка [13]. У даљем истраживању у оквиру клиничке студије [14], кандидаткиња је показала како се мере синергије добијене на основу електрофизиолошких сигнала могу користити за оцену опоравка хода (ритмичке активности) код пацијената и како се нове мере могу користити за проучавање ефеката који су последица примене поједине терапије. Овај приступ је нашао примену и у даљој класификацији патолошких промена код пацијената [15]. У предлогу истраживања је јасно показано да ће се ова методологија користити и за посматрање других сензорно-моторних шема (нпр., оцена постуре [16]).

Литература:

1. Popović D. B., Sinkjær T.: *Control of movement for the physically disabled*, Springer, London, 2000, pp. 1-481. (2ND edition, Академска мисао и Aalborg University, 2003).
2. Law M., Letts L.: *A critical review of scales of Activities of Daily Living*, Am J Occup Ther, Vol 43, 1989, pp. 522-528.
3. Winter D. A.: *Kinesiological electromyography*, Biomechanics and Motor Control of Human Movement. New York, Wiley, 1990, pp. 191-212.
4. Hesse S., Janke M. T., Schaffrin A., Lucke D., Reiter F., Konrad M.: *Immediate effects of therapeutic facilitation on the gait of hemiparetic patients as compared with walking with and without a cane*, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control, Vol 109, No 6, 1998, pp.515-522.
5. Grasso R., Ivanenko Y. P., Zago M., Molinari M., Scivoletto G., Lacquaniti F.: *Recovery of forward stepping in spinal cord injured patients does not transfer to untrained backward stepping*, Experimental Brain Research, Vol 157, No 3, 2004, pp. 377-382.

6. Petersen J. A., Spiess M., Curt A., Dietz V., Schubert M.: *Spinal cord injury: one-year evolution of motor-evoked potentials and recovery of leg motor function in 255 patients*, Neurorehabil Neural Repair, Vol 26, No 8, 2012, pp. 939-948.
7. Merletti R., Parker P. A. (Eds.), 2004. *Electromyography: physiology, engineering and noninvasive application*, IEEE Press, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
8. d'Avella A., Bizzi E.: *Shared and specific muscle synergies in natural motor behaviors*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol 102, No 8, 2005, pp. 3076-3081.
9. Ivanenko Y. P., Poppele R. E., Lacquaniti F.: *Motor control programs and walking*, The Neuroscientist, Vol 12, 2006, pp. 339-348.
10. Achache V., Mazevet D., Iglesias C., Lackmy A., Nielsen J. B., Katz R., Marchand-Pauvert V.: *Enhanced spinal excitation from ankle flexors to knee extensors during walking in stroke patients*, Clinical Neurophysiology, Vol 121, No 6, 2010, pp. 930-938.
11. SENIAM project (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles), фебруар 2013, <http://www.seniam.org/>.
12. Kojić V., **Miljković N.**, Malešević N., Popović D.B.: *H-reflex recorded by multi-pad EMG electrodes*, Proceedings of the 11th symposium in Neural Network Applications in Electrical Engineering, Belgrade, Serbia, 2012, pp. 119-122
13. Kojović J., **Miljković N.**, Janković M. M., Popović D. B.: *Recovery of motor function after stroke: a polymyography-based analysis*, Journal of Neuroscience Methods, Vol 194, No 2, 2011, pp. 321-328.
14. **Miljković N.**, Milovanović I., Dragin A., Konstantinović Lj., Popović D. B.: *Muscle synergies with Walkaround® postural support vs. "cane/therapist" assistance*, accepted for Neurorehabilitation, 2013.
15. **Miljković N.**, Janković M. M., Popović D. B.: *Clustering technique for quantitative assessment of motor function in stroke patients*, Proceedings of the 5th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, Budapest, Hungary, 2011, pp. 753-756.
16. **Miljković N.**, Bijelić G., Garcia G. A., Popović M. B.: *Independent Component Analysis of EMG for posture detection: sensitivity to variation of posture properties*, Proceedings of the 19th Telecommunications Forum, Belgrade, Serbia, 2011, pp. 47-50.

3. Полазне хипотезе и научна питања која ће се разматрати у дисертацији

Истраживање у оквиру ове дисертације би требало да одговори на следећа питања која су од интереса за проучавање сензорно-моторног система човека:

1. Да ли се са становишта технологије и развоја мерне апаратуре могу и на који начин искористити карактеристике матричних сензора за примену у оцени сензорно-моторног дефицита?
2. Да ли одабир начина мерења и пројектовања система (нпр., биполарно и монополарно мерење) утиче и на који начин на информацију о сензорно-моторном систему човека?
3. Како дефинисати и стандардизовати протоколе и инструментацију за мерење и анализу евоцираних потенцијала?
4. Како се могу искористити постојеће или дизајнирати нове методе анализе за оцену синергија код особа са сензорно-моторним дефицитом?

5. У којим случајевима се систем за мерење и анализу може применити за оцену сензорно-моторног дефицита и какви су корелација и осетљивост у поређењу са постојећим клиничким мерама?
6. Каква је могућност практичне примене пројектованих метода у клиничким условима?
7. Да ли је могуће аутоматско подешавање параметара за стимулацију и мерење рефлекса?

4. Научне методе истраживања

Методологија истраживања у оквиру предложене докторске дисертације састојаће се у следећем:

1. Проучавање физиологије и протокола за примену инструментације за мерење електромиографских сигнала за оцену сензорно-моторног система
2. Унапређење инструментације за мерење електромиографских сигнала увођењем вишеканалне стимулације и вишеканалног мерења
3. Развој метода обраде и визуелизације електромиографских сигнала са циљем тестирања хипотезе о дијагностици сензорно-моторног система
4. Мерења ће бити извршена на здравим испитаницима и на пацијентима са моторним дефицитом.
5. Поређење процене моторно-сензорног дефицита на основу електромиографије са постојећим клиничким мерама.
6. Провера просторне зависности параметара код мерења рефлекса са матричним електродама
7. Избор и примена савремених статистичких метода за проверу сигнификантности резултата
8. Дисеминација резултата научној јавности у часописима и зборницима са састанака посвећених примени електромиографије за анализу моторно-сензорног дефицита

5. Очекивани научни допринос

Научни допринос пријављене дисертације се очекује у комплетном развоју новог и интегрисаног система који омогућава објективизацију спонтаних и евоцираних потенцијала у циљу процене сензорно-моторног система на основу електромиографских сигнала. Доприноси су:

1. Допринос бољем разумевању физиологије сензорно-моторног дефицита на основу мерења електромиографских сигнала.
2. Развој нових модела процеса у сензорно-моторном систему
3. Потврда хипотезе о могућности примене мера коонтракције у оцени синергија код сензорно-моторног дефицита у динамичким студијама
4. Провера хипотезе о употреби матричних електрода за проучавање рефлекса
5. Провера хипотезе о аутоматском одређивању оптималног места за мерење електромиографских сигнала применом матричне електроде
6. Провера хипотезе о дефиницији протокола и параметара мерења са циљем анализе сензорно-моторног дефицита под условима редундантности нервног и мишићног система
7. Развој стандарда за примену протокола и инструментације за мерење евоцираних потенцијала
8. Провера хипотезе о употреби инструментације у клиничком окружењу

Основни резултати досадашњег рада су приказани у радовима објављеним у часописима који су на СЦИ листи, а у фази припреме су и други радови:

1. Kojović J., Miljković N., Janković M. M., Popović D. B.: *Recovery of motor function after stroke: a polymyography-based analysis*, Journal of Neuroscience Methods, Vol 194, No 2, 2011, pp. 321-328. (M23)
2. Miljković N., Milovanović I., Dragin A., Konstantinović Lj., Popović D. B.: *Muscle synergies with Walkaround® postural support vs. "cane/therapist" assistance*, accepted for Neurorehabilitation, 2013. (M21)

6. План истраживања и структура рада

Дисертација би требало да укључи следеће елементе и да буде приказана у према следећој структури:

1. приказ и дискусија постојећих метода и проблема у објективизацији сензорно-моторних дефицита применом електромиографије и стандардних клиничких мера
2. приказ пројектовања инструментације
3. дефинисање процедура за клиничку примене развијеног интегрисаног система за мерење електромиографских сигнала
4. развој и унапређење постојећих метода за анализу сензорно-моторног система на основу мерених електромиографских сигнала
5. примена постојећег система у клиничким условима: мерење на пацијентима и здравим испитаницима са циљем одређивања правилности и неправилности у раду нервног и мишићног система

Требало би током рада одговорити на све хипотезе постављене у овој дисертацији. Специфично, потребно је показати како новоуведене мере коонтракције и индивидуалног доприноса појединог мишића у укупној спонтаној активности могу да се користе за оцену сензорно-моторног система када пацијената са повредама нервног и мишићног система.

7. Закључак и предлог

У предлогу тезе су на прегледан и јасан начин наведени научни и технички проблеми на које истраживање треба да да одговоре. У предлогу истраживања је прецизно дефинисано која питања имају тежину и која ће омогућити да нова метода објективизације помогне у истраживачком и клиничком раду. Примери који су предложени да буду део тезе су добро одабрани.

Искуство и знања које је **Надица Миљковић** стекла на студијама, током истраживачког рада на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду и као асистент у области Биомедицинске технике је у потпуности квалификују за рад на предложеној теми.

Обзиром да тема покрива актуелну област истраживања у домену Биомедицинске технике на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду, предлагемо за ментора дописног члана САНУ, редовног професора Електротехничког факултета, Универзитета у Београду др Дејана Б. Поповића.

На основу свега наведеног наш закључак је да мастер инжењер **Надица Миљковић** испуњава све услове за израду докторске дисертације на српском језику и потврђујемо научну заснованост предложене теме "**Методе и инструментација за процену активности моторног система на основу електромиографских сигнала**". Сходно томе, предлагемо Наставно-научном већу Електротехничког факултета, Универзитета у Београду да одобри Надици Миљковић израду докторске дисертације под горе наведеним насловом.

Београд, 25. април 2013

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Дејан Б. Поповић
Електротехнички факултет Универзитета у Београду, дописни члан САНУ

.....
Проф. др Мирјана Б. Поповић,
Електротехнички факултет Универзитета у Београду

.....
Проф. др Ласло Швиртлих,
Државни Универзитет у Новом Пазару