

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Погодност теме и кандидата Милоша Костића за израду докторске дисертације

Одлуком која је донета на седници Изборног и Наставно-научног већа Електротехничког факултета, Универзитета у Београду бр. 765 од 03. септембра 2013. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Милоша Костића**, мастер инжењера електротехнике и рачунарства за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **"Роботски систем за вежбање и процену функционалности горњих екстремитета током рехабилитације особа после можданог удара"**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски и подаци о школовању

Милош Д. Костић је рођен 1. фебруара 1986. године у Београду. Основну школу "Владислав Рибникар" и "Математичку Гимназију" у Београду завршио је као носилац дипломе "Вук Караџић".

Електротехнички факултет у Београду уписао је 2005. а дипломирао на смеру Сигнали и Системи у октобру 2009. са просечном оценом студија 9.71. Дипломски рад на тему „Формирање система за одређивање стратегије хвата циљаног предмета коришћењем сензора даљине и камере“ под менторством проф. Дејана Поповића одбранио је са оценом 10. Дипломске академске-*master* студије, модул Биомедицинско и еколошко инжењерство, завршио је са просечном оценом 10. Master рад на тему „Параметризација покрета руком помоћу модела заснованог на примитивима“ радио је под менторством проф. Дејана Поповића и одбранио са оценом 10.

Запослење и стручне активности

Милош Костић је у периоду април-новембар 2010. године био истраживач сарадник на *Center for Sensory-Motor Interaction (SMI)*, Универзитет у Алборгу, Данска. Од јануара 2011. ради на Електротехничком Факултету Универзитета у Београду, у Лабораторији за

Биомедицинску инструментацију и технологије, као сарадник на пројекту са звањем истраживач сарадник.

Поред истраживачког рада, учествовао је и у практичној настави на предметима Електрична мерења и Практикум из софтверског пакета Labview.

Награде

Добио је "*Travel Award*" награду за студентски рад на 18. годишњој конференцији удружења IFESS, одржаној у Сан Себастијану, Шпанија јуна 2013. године.

Освојио је прво место у Србији на "NiDays 2012 Case study contest".

Награђен је као најбољи студент на одсеку Сигнали и системи у генерацији 2009/2010.

Освојио је треће место на ЕТФ БАФА С.А.Д. такмичењу за најбољи дипломски рад у 2009. години.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Милош Костић је своје научноистраживачке активности везане за докторску тезу усмерио на проучавање моторне контроле и моторног учења, развој нових метода репрезентације покрета руке, развој нових уређаја и метода за ресторацију моторне контроле горњих екстремитета. У току рада, остварио је успешну сарадњу са лекарима из Клинике за рехабилитацију "Др Мирослав Зотовић", Београд.

Упоредо се бави и развојем инструментације и метода за интервентну кардиологију у сарадњи са истраживачима са Кардиолошке клинике Клиничког центра Србије, Београд.

Као истраживач, учествовао је на два међународно пројекта: пројекат седмог оквирног програма Европске Уније "HUMAN behavioral Modeling for enhancing learning by Optimizing hUMAN-Robot interaction, HUMOUR", април-новембар 2010, и пројекат Швајцарске националне фондације "InRES IZ73Z0_128134", 2011-2012. Активно и успешно учествује на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије бр. 175016, „Ефекти асистивних система у неурорехабилитацији: опоравак сензорно-моторних функција“, 2011-2014, под руководством Проф. Мирјане Поповић.

Стручне активности

Септембра 2010. године, Милош Костић је положио испит за CLAD сертификат (Certified LabVIEW Associate Developer, National Instruments, Austin, USA, серијски број: 100-310-2328), са досада најбољим успехом у нашој држави. Од 2013. године, организатор је и предавач LabVIEW курса у Математичкој Гимназији у Београду, у организацији National Instruments-а и Лабораторије за Биомедицинску Инструментацију и Технологије (БМИТ) на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду.

Септембра 2012. Године, Милош Костић је учествовао 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, Милош Костић је 2012. године био ангажован као рецензент Иновационих пројеката.

Милош Костић је аутор/коаутор на три рада и једног апстракта у часописима који су на СЦИ листи (један као први аутор). До сада је публиковао и два рада у часопису националног значаја са рецензијом, два рада на међународној конференцији штампана у изводу у часописима, и седам радова на међународним конференцијама штампаних у целини.

Укупна цитираност 10 радова на СКОПУС листи је 11, а без самоцитата 3 (приступљено 14. августа 2013)

Списак објављених радова – Милош Д. Костић

Радови штампани у међународним часописима

- 2013** **Kostić, M. D.**, Popović, M. B., and Popović, D. B. "A Method for Assessing the Arm Movement Performance: Probability Tube" *Medical & Biological Engineering & Computing*, 2013, DOI: 10.1007/s11517-013-1104-z .
(M21)
- 2013** Popović Maneski, L., **Kostić, M. D.**, Bijelić, G., Keller, T., Mitrović, S., Konstantinović, L., and Popović, D. B. "Multi-pad electrode for effective grasping: Design" *IEEE Transactions on Neural Systems & Rehabilitation Engineering*, vol. 21, no. 4, pp. 648-654, 2013, DOI: 10.1109/TNSRE.2013.2239662.
(M21)
- 2010** Došen, S., Cipriani, C., **Kostić, M. D.**, Controzzi, M., Carrozza, M. C., and Popović, D. B. "Cognitive Vision System for Control of Dexterous Prosthetic Hands: Experimental Evaluation" *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, vol. 7, no. 42, 2010, DOI:10.1186/1743-0003-7-42.
(M21)
- 2011** Zenzeri, J., Basteris, A., **Kostić, M. D.**, Popović, D. B., Sanguineti, V., Mohan, V., and Morasso, P. "Transferring complex motor skills from an expert to a novice through robotics platforms: A new methodology to approach neuromotor rehabilitation" *Gait and posture*, vol. 33, pp. s51-s52, 2011, DOI:10.1016/j.gaitpost.2010.10.062 (abstract).
(M23)

Радови у зборницима са међународних конференција

- Jun 2013** **Kostić, M. D.** and Popović, M. D. "The Modified Drawing Test" in *Proc. of 18th IFESS Annual Conference, Bridging Body and Mind*, (ed. Keller, Thierry and Popović, Dejan B), pp. 273-276, 6-9-2013, Academic Mind, San Sebastian, Spain, ISBN 978-86-7466-462-9.
(M33)

- Sept. 2012** Prodanović, M., **Kostić, M. D.**, and Popović, D. B. "WiiMote Control: Gaming Feedback for Motivational Training of the Arm Movements" in *Proc of the 11th Symposium on Neural Network Applications in Electric Engineering*, pp. 133-136, 9-22-2012, IEEE, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-1-4673-1570-8.
(M33)
- Aug. 2012** **Kostić, M. D.**, Popović, M. B., and Popović, D. B. "Control of robot assistant for rehabilitation of upper extremities" in *Proc. 34th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp. 3918-3921, 9-1-2012, IEEE EMBS, San Francisco, CA, USA, ISBN: 978-1-4244-4120-4.
(M33)
- Nov. 2011** **Kostić, M. D.** and Popović, D. B. "Action representation of point to point movements: Classification with probability tube" in *Proc. 19th Telecommunications Forum TELFOR*, pp. 43-46, 11-24-2011, IEEE, Belgrade, Serbia, ISBN: 9781457714986, DOI: 10.1109/TELFOR.2011.6143888.
(M33)
- Sept. 2011** **Kostić, M. D.**, Kovečević, P. S., and Popović, D. B. "Is the Haptic Tunnel Effective Tool for Motor Learning?" in *Proc. 5th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering*, (ed. Jobbagy, Akos), vol. 37, pp. 761-765, 9-18-2011, Springer, Budapest, Hungary, ISSN 1680-0737.
(M33)
- July 2011** **Kostić, M. D.**, Popović, M. B., and Popović, D. B. "Influence of Planar Manipulandum to the Hand Trajectory During Point to Point Movement" in *Proc. 12th International Conference on Rehabilitation Robotics*, pp. 468-471, 7-1-2011, IEEE, Zurich, Switzerland, ISBN: 978-1-4244-9861-1 .
(M33)
- Sep. 2010** **Kostić, M. D.** and Popović, D. B. "Action Representation for Wii Bowling: Classification" in *Proc. 10th Symposium on Neural Network Applications in Electric Engineering, NEUREL* , pp. 23-26, 9-25-2010, IEEE, Belgrade, Serbia, ISBN 3-900928-09-5.
(M33)

Изводи

- Mar. 2012** **Kostić, M. D.** and Popović, M. D. "Playing games in Virtual Reality: Motivation of patients during neurorehabilitation" in *Proc. 12th international simposium INFOTEH*, pp. 692-696, 3-17-2012, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, ISBN-99938-624-2-8 .
(M34)
- Jun 2010** Popović, D. B., **Kostić, M. D.**, Popović, M. B., and Došen, S. "Mechanisms for integrating the "Wii-Game" and robot for the training of upper extremities in hemiplegics" in *Proc. 17th ISEK conference*, 6-19-2010, (Abstract).
(M34)

Рад штампан у домаћем часопису

- 2013** **Kostić, M. D.** and Popović, M. D. "The Modified Drawing Test for Assessment of Arm Movement Quality" *Journal of Automatic Control*, vol. 21, pp. 49-53, 2013, DOI: 10.2298/JAC1301049K.
(M52)

- 2010 Klisić, D., **Kostić, M. D.**, Došen, S., and Popović, D. B. "Control of Prehension for the
(M52) Transradial Prosthesis: Natural-like Image Recognition System" *Journal of Automatic Control*, vol. 19, pp. 27-31, 2010, DOI: 10.2298/ JAC0901027K.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Милош Костић је вредан и успешан млади истраживач који је показао способност да своја теоријска и практична знања успешно примени за развој нових метода и инструментације, примени своје резултате у клиничком окружењу и прикаже их научној јавности на начин који је за сваку похвалу.

Милош је остварио успешну сарадњу са низом истраживача у свету и у оквиру КОСТ пројекта учествује у развоју метода за процене покрета који ће резултовати публикацијом која ће бити коришћена на Европском нивоу као упутство за друге истраживаче и клиничаре.

Милош је показао да своја знања уме да примени у педагошком раду, а у оквиру истраживања се труди да своје оригиналне резултате патентира (у току је једна патентна пријава).

Радови Милоша Костића су есенција његове докторске дисертације, а у припреми су и други радови које ће још више потврдити постигнути ниво истраживачких вештина.

2. Предмет и циљ истраживања

Код особа које преживе оштећења централног нервног система (дифузне и остале лезије) могу се јавити делимична или потпуна моторна одузетост једне или обе стране тела. Поновно успостављање моторне контроле горњих екстремитета код ових особа је веома важно за њихову самосталност и побољшање квалитета живота. Резултати многих клиничких студија наводе да асистенција при интензивном тренингу функционалних покрета (фокусираних на конкретан задатак) у присуству стимулишуће повратне информације значајно подстиче опоравак моторне контроле [1-3]. Тумачење ових резултата је да се реорганизација кортикалних структура, која је кључна за дугорочни опоравак, интензивира повећањем броја понављања [4] функционалних покрета [5-8]. Међутим, овакав тип вежбања није увек могућ, поготово у раним фазама опоравка. Пацијенти често нису у могућности да изведу функционалан покрет, већ им је потребан неки вид асистенције. Успешан вид асистенције функционалних покрета је Функционална електрична стимулација (ФЕС), која омогућава ефикасно вежбање отварања и затварања шаке као и коришћења предмета који су ухваћени [9]. Овакав систем не обезбеђује и асистенцију манипулацији руком. Не постоји довољно добар систем на бази електричне стимулације за асистенцију манипулацији. Решење овог проблема је асистенција терапеута која је напоран и монотон задатак, и утиче на смањење мотивације пацијената [10].

Алтернативно решење које привлачи велику пажњу истраживача је примена персоналних робота у рехабилитацији [11,12]. Предност оваквих уређаја је што могу да

асистирају при извођењу покрета на начин који је поновљив и може да се прилагоди потребама пацијента. Ови системи пружају и могућност укључења виртуелне реалности и видео игара у процес рехабилитације, што привлачи све већу пажњу истраживача у области [13-17]. При овој роботски системи омогућају квантификацију тренутних способности пацијента мерењем кинематичких и динамичких карактеристика покрета.

Интензивнија истраживања примене оваквих система у рехабилитацији почела су крајем осамдесетих и почетком деведесетих година [18-21], а последњих неколико година овакви роботи су нашли примену у рехабилитационим клиникама [22,23]. Иако су у последњих тридесет година дизајн и контрола ових уређаја значајно унапређени [24-36], ефикасно програмирање робота у клиничком окружењу и пружање асистенције на најбољи начин за опоравак пацијента су и даље отворена питања, без адекватног решења.

Циљ овог истраживања је развој методе за вежбање и процену квалитета покрета руке уз помоћ роботског уређаја и комерцијално доступних видео игара, која би се могла ефикасно користити у клиничкој пракси, али и кућним условима. Развијена метода се заснива на репрезентацији циљаног покрета, названом "*Probability Tube*" [37,38], имплементираној у контролу развијеног робота "R3-BEG" и развијеног уређаја за имплементацију Nintendo Wii видео игара у рехабилитацију "Reha Assist for Wii".

Листа референци

1. B.Kollen, G.Kwakkel, E.Lindeman. Functional recovery after stroke: a review of current developments in stroke rehabilitation research. *Reviews on recent clinical trials* 2006; 1: 75-80.
2. Schmidt R A, Lee T D. Motor control and learning: A behavioral emphasis. Human Kinetics Publishers: 2005.
3. G.Kwakkel, B.Kollen, E.Lindeman. Understanding the pattern of functional recovery after stroke: facts and theories. *Restorative neurology and neuroscience* 2004; 22: 281-300.
4. G.Kwakkel. Intensity of practice after stroke: More is better. *Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie* 2009; 160(7): 295-298.
5. C.M.Dean, R.B.Shepherd. Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke* 1997; 28: 722-728.
6. N.A.Bayona, J.Bitensky, K.Salter, R.Teasell. The role of task-specific training in rehabilitation therapies. *Topics in Stroke Rehabilitation* 2005; 12: 58.
7. M.Rensink, M.Schuurmans, E.Lindeman, T.Hafsteinsdottir. Taskoriented training in rehabilitation after stroke: systematic review. *Journal of advanced nursing* 2009; 65: 737-754.
8. C.J.Winstein, S.L.Wolf. Task-oriented training to promote upper extremity recovery. *Stroke Recovery & Rehabilitation* 2009; 267-290.
9. M.B.Popović, D.B.Popović, T.Sinkjar, A.Stefanovic, L.Schwirtlich. Clinical evaluation of functional electrical therapy in acute hemiplegic subjects. *Journal of rehabilitation research and development* 2003; 40: 443-454.
10. N.Maclean, P.Pound. A critical review of the concept of patient motivation in the literature on physical rehabilitation. *Social Science and Medicine* 2000; 50: 495-506.
11. R.Colombo, F.Pisano, S.Micera, A.Mazzone, C.Delconte, M.C.Carrozza, P.Dario, G.Minuco. Robotic techniques for upper limb evaluation and rehabilitation of stroke patients. *Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on* 2005; 13: 311-324.
12. R.Riener, T.Nef, G.Colombo. Robot-aided neurorehabilitation of the upper extremities. *Medical and biological engineering and computing* 2005; 43: 2-10.
13. D.Rand, R.Kizony, and P.L.Weiss. Virtual reality rehabilitation for all: Vivid GX versus Sony PlayStation II EyeToy. Oxford, UK. *Proc. 5th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technology*. 2004, 87-94.

14. S.H.Jang, S.H.You, M.Hallett, Y.W.Cho, C.M.Park, S.H.Cho, H.Y.Lee, T.H.Kim. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2005; 86: 2218-2223.
15. H.C.Fischer, K.Stubblefield, T.Kline, X.Luo, R.V.Kenyon, D.G.Kamper. Hand rehabilitation following stroke: a pilot study of assisted finger extension training in a virtual environment. *Topics in Stroke Rehabilitation* 2007; 14: 1-12.
16. A.Burstin, R.Brown. Use of a Novel Virtual Reality System to Assess and Treat Stroke Patients with Neglect: Feasibility Study. *International Journal of Rehabilitation Research* 2009; 32: S77-S78.
17. Robertson J V G, Roby-Brami A. Augmented feedback, virtual reality and robotics for designing new rehabilitation methods. In: *Rethinking physical and rehabilitation medicine* Springer: Paris, 2010; 223-245.
18. L.Leifer. Rehabilitative robots. *Robotics Age* 1981; 3: 4-15.
19. H.Kwee, J.Duimel, A.T.Demoed, J.Vanwoerden, and L.V.D.Kolok. The manus wheelchair-mounted manipulator: developments toward a production model. *Proc. 3rd Int. Conf. Assoc. Advancement Rehab. Technol*, 1988, 460-462.
20. H.F.M.Van der Loos, S.J.Michalowski, and L.J.Leifer. Development of an omnidirectional mobile vocational assistant robot. 1988, 468-469.
21. N.Hogan, H.I.Krebs, J.Charnnarong, P.Srikrishna, and A.Sharon. MIT-MANUS: a workstation for manual therapy and training. I. 1992. 161-165.
22. Armeo Power, Hocoma AG, Switzerland <http://www.hocoma.com/en/products/armeo/armeo-power/>. 6-12-2012.
23. InMotion Arm Robot, Interactive Motion Technologies, Massachusetts, USA <http://interactive-motion.com/products.htm>. 6-14-2012.
24. P.Lum, D.Reinkensmeyer, R.Mahoney, W.Z.Rymer, C.Burgar. Robotic devices for movement therapy after stroke: current status and challenges to clinical acceptance. *Topics in Stroke Rehabilitation* 2002; 8: 40-53.
25. S.E.Fasoli, H.I.Krebs, J.Stein, W.R.Frontera, N.Hogan. Effects of robotic therapy on motor impairment and recovery in chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2003; 84: 477-482.
26. B.T.Volpe, M.Ferraro, D.Lynch, P.Christos, J.Krol, C.Trudell, H.I.Krebs, N.Hogan. Robotics and other devices in the treatment of patients recovering from stroke. *Current neurology and neuroscience reports* 2005; 5: 465-470.
27. J.Hidler, D.Nichols, M.Pelliccio, K.Brady. Advances in the understanding and treatment of stroke impairment using robotic devices. *Top Stroke Rehabil* 2005; 12: 22-35.
28. G.B.Prange, M.J.A.Jannink, C.G.M.Groothuis-Oudshoorn, H.J.Hermens, M.J.IJzerman. Systematic review of the effect of robot-aided therapy on recovery of the hemiparetic arm after stroke. *Journal of rehabilitation research and development* 2006; 43: 171.
29. G.Kwakkel, B.J.Kollen, H.I.Krebs. Effects of robot-assisted therapy on upper limb recovery after stroke: a systematic review. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2008; 22: 111-121.
30. V.Huang, J.Krakauer. Robotic neurorehabilitation: a computational motor learning perspective. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2009; 6: 5.
31. M.Casadio, P.Giannoni, L.Masia, P.Morasso, G.Sandini, V.Sanguineti, V.Squeri, E.Vergaro. Robot therapy of the upper limb in stroke patients: rational guidelines for the principled use of this technology. *Functional neurology* 2009; 24: 195-202.
32. B.D.Argall, S.Chernova, M.Veloso, B.Browning. A survey of robot learning from demonstration. *Robotics and Autonomous Systems* 2009; 57: 469-483.
33. Robertson J G, Roby-Brami A. Augmented feedback, virtual reality and robotics for designing new rehabilitation methods. In: *Rethinking physical and rehabilitation medicine* Springer: Paris, 2010; 223-245.
34. C.Bosecker, L.Dipietro, B.Volpe, H.I.Krebs. Kinematic robot-based evaluation scales and clinical counterparts to measure upper limb motor performance in patients with chronic stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2010; 24: 62-69.

35. R.Colombo, I.Sterpi, A.Mazzone, C.Delconte, G.Minuco, F.Pisano. Measuring changes of movement dynamics during robot-aided neurorehabilitation of stroke patients. *Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on* 2010; 18: 75-85.
36. L.Zollo, L.Rossini, M.Bravi, G.Magrone, S.Sterzi, E.Guglielmelli. Quantitative evaluation of upper-limb motor control in robot-aided rehabilitation. *Medical & Biological Engineering & Computing* 2011; 49: 1131-1144.
37. M.D.Kostić, M.B.Popović, D.B.Popović. A method for assessing the arm movement performance: probability tube. *Medical & Biological Engineering & Computing* 2013; DOI : 10.1007/s11517-013-1104-z..
38. M.D.Kostić and D.B.Popović. Action representation of point to point movements: Classification with probability tube. *Proc. of 19th IEEE Telecommunacations Forum TELFOR, Belgrade, Serbia, 2011*, 43-46.

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 моторног учења и рехабилитације горњих екстремитета вежбањем уз помоћ роботских система:

1. Да ли се рехабилитација покрета руке може унапредити коришћењем рехабилитационог робота који пружајући асистенцију при покрету омогућава повећање дозе терапије?
2. Да ли је могуће развити стратегију управљања роботским системом која испуњава терапеутске захтеве, а технички је довољно једноставна да се може имплементирати у клиничком окружењу?
3. Да ли је могуће развити методу обучавања овакавог роботског система, која би омогућила дефинисање циљане трајекторије путем демонстрације?
4. Да ли је коришћењем оваког роботског система могуће унапредити објективно мерење квалитета извођења покрета, односно квантификацију тренутног стања и опоравка пацијента?
5. Да ли вежбање покрета у оквиру стимулативне видео игре доприноси унапређању мотивације за вежбањем?
6. Да ли је могуће интегрисати овакав роботски систем са функционалном електричном стимулациом?

4. Научне методе истраживања

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

1. Проучавање принципа моторне контроле и моторног учења покрета руке.
2. Проучавање развоја робота за рехабилитацију покрета руке.
3. Проучавање начина управљања и обучавања роботских система који oponaшају људске покрете или се померају заједно са људима.
4. Развој и испитивање хардверске и софтверске платформе робота, сензора силе и уређаја за имплементацију видео игара.
5. Развој методе дефинисања циљане трајекторије.
6. Развој и испитивање метода управљања роботом.
7. Испитивање утицаја видео игара у рехабилитацији на мотивацију пацијената.
8. Испитивање метода за квантитативну оцену квалитета покрета пацијената.
9. Тестирање развијеног система и метода са здравим испитаницима и пацијентима у клиничком окружењу.
10. Разматрање могућности интеграције развијеног роботског система са системом за функционалну електричну стимулацију (ФЕС) са матричним електродама у хибридни систем који би обезбеђивао истовремену манипулацију руке (робот) и шаке (ФЕС) омогућујући вежбање функционалних покрета у најранијим фазама рехабилитације.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да постигнути резултати у овом истраживању унапреде концепт управљања рехабилитационим роботским системима и омогуће њихово коришћење у клиничкој пракси тако да:

1. пацијенти могу самостално да вежбају (уз надзор терапеута);
2. су пацијенти мотивисани да вежбају уз примену нових и постојећих видео игара;
3. клиничари имају квантификовану меру опоравка и перформансе покрета (кинематика, радни простор, асистивна сила).

Истовремено, резултати истраживања ће омогућити да се:

1. унапреди даље истраживање моторне контроле и процеса моторног учења након повреде централног нервног система;
2. омогући даље истраживање утицаја примене нових технологија (роботи, видео игре) на мотивацију пацијената;
3. постави платформа за развој хибридног система који би интегрисао манипулације руке роботском асистенцијом, манипулацију шаке функционалном електричном стимулацијом и стимулишућу повратну информацију у виду виртуалне реалности или видео игре;
4. минимизује комплексност и цена система.

Основни резултати директно везани за тезу су приказани у једном раду објављеном у часопису који је на СЦИ листи и једном проширеном апстракт у часопису на СЦИ листи:

Kostić, M. D., Popović M. B., and Popović D. B.: A Method for Assessing the Arm Movement Performance: Probability Tube. *Medical & Biological Engineering & Computing* . (2013) (M21)

Zenzeri, J., Basteris, A., **Kostić, M. D.**, Popović, D. B., Sanguineti, V., Mohan, V., and Morasso, P. "Transferring complex motor skills from an expert to a novice through robotics platforms: A new methodology to approach neuromotor rehabilitation" *Gait and posture*, vol. 33, pp. s51-s52, 2011, DOI:10.1016/j.gaitpost.2010.10.062 (M23 abstract)

У фази рецензије и припреме су још два рада који директно приказују резултате који ће се наћи и у тези.

Други резултати који су од великог значаја за ово истраживање су приказани у радовима објављеним у часописима који су на СЦИ листи:

Popović Maneski, L., **Kostić M. D.**, Bijelić G., Keller T., Mitrović S., Konstantinović L., and Popović D. B.: Multi-pad electrode for effective grasping: Design. *IEEE Transactions on Neural Systems & Rehabilitation Engineering* 21(4), pp:648-654. (2013). (M21)

Došen, S., Cipriani C., **Kostić M. D.**, Controzzi M., Carrozza M. C., and Popović D. B.: Cognitive Vision System for Control of Dexterous Prosthetic Hands: Experimental Evaluation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 7(42). (2010). (M21)

6. План истраживања и структура рада

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

1. приказ развоја рехабилитационе роботике;
2. приказ и дискусија постојећих стратегија управљања рехабилитационим роботским системима;
3. развој методе репрезентације покрета од интереса, односно дефинисања циљане трајекторије;
4. приказ постојећих и развој нових метода за процену способности пацијента;
5. испитивање утицаја вежбања покрета у оквиру видео игара на мотивацију;
6. развој система за интеграцију развијене методе дефинисања циљане трајекторије са комерцијалим видео играма;
7. приказ пројектовања новог роботског система;
8. развој нове стратегије управљања роботским системом, која интегрише методе из 3. 4. и 6;
9. разматрање интеграције развијеног система са функционалном електричном стимулациом.

Требало би током рада одговорити на све хипотезе постављене у овој дисертацији.

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, а очекује се да ће омогућити да нове методе управљања роботом и процене квалитета и репрезентације покрета помогну у истраживачком и клиничком раду. Примери који су предложени да буду део тезе су добро одабрани. У пријави која је поднета су наведени и резултати које је Милош Костић већ приказао научној јавности у часописима чиме показује да је испунио потребне услове за докторску тезу.

Укупан утисак је да искуство и знања које је **Милош Костић** стекао на студијама и током истраживачког рада на Електротехничком факултету га у потпуности квалификују за рад на предложеној теми.

На основу свега наведеног наш закључак је да мастер инжењер Милош Костић испуњава све услове за израду докторске дисертације на српском језику и потврђујемо научну заснованост предложене теме "Роботски систем за вежбање и процену функционалности горњих екстремитета током рехабилитације особа после можданог удара". Сходно томе, предлажемо Наставно-научном већу Електротехничког факултета, Универзитета у Београду да одобри Милошу Костићу израду докторске дисертације под горе наведеним насловом.

Тема докторске тезе је у оквиру области истраживања у домену Биомедицинске технике на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду, и предлажемо за ментора редовног професора Електротехничког факултета, Универзитета у Београду др Дејана Б. Поповића, дописног члана САНУ.

Београд, 17. октобар 2013

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

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

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

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