

Наставно – научном већу
Факултета организационих наука
Универзитета у Београду

Предмет: Подобност теме и кандидата Сање Вукићевић за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 05-01 3/83-11 од 10.07.2015. године именовани смо за чланове Комисије за оцену теме и подобности кандидата **Сање Вукићевић** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Модел телерехабилитације заснован на Интернету интелигентних уређаја“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Сања Вукићевић је рођена 07. фебруара 1986. године у Крушевцу. Основну школу и гимназију завршила је у Крушевцу са одличним успехом као носилац Вукове дипломе. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписала је школске 2004/05. године. У четвртој години студија похађала је тромесечну праксу у развојном истраживачком центру компаније SAP, Карлсруе (Немачка). Дипломирала је на катедри за Рачунарску технику и информатику, 2008. године, са просечном оценом 9.40. Дипломски рад под насловом "Интеграција различитих перспектива у моделовању пословних процеса" одбранила је са оценом 10 (десет). Дипломске академске - мастер студије уписала је исте године на Електротехничком факултету, на катедри за Софтверско инжењерство. Завршни (Мастер) рад под називом "Дизајн Shibboleth Single Sign On система у Академској мрежи Србије" одбранила је 2010. године са оценом 10. Докторске студије, студијски програм Електронско пословање, уписала је на Факултету организационих наука у Београду, 2011. године. Тренутно је студент друге године докторских студија. Положила је свих девет, програмом предвиђених, испита на докторским студијама са просечном оценом 10. Од 2008. године је запослена у компанији Nalcom а.д. Београд као технички вођа пројекта из области електронског банкарства.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

У наставку ће бити приказани научни резултати кандидата, објављених на конференцијама и у часописима, од године уписа докторских студија. Током

досадашњег рада Сања Вукићевић је објавила више радова у земљи и иностранству и учествовала на више међународних и домаћих скупова и конференција.

Зборници међународних научних скупова (M30):

1. **S. Vukićević:** *Telerehabilitation Model of Physical Therapy using Kinect and Embedded systems.* Proceedings of the 5th International Conference on Information Society and Technology ICIST 2015, Kopaonik, Serbia 8-11, March 2015, pp. 214-218, ISBN: 978-86-85525-16-2 (M33)
2. **D. Drašković, S. Vukićević:** *A model of software system for parking using search algorithms.* 2012 Proceedings of the 35th International Convention MIPRO, Opatija, 21-25, May 2012, pp. 1098-1103, ISBN: 978-1-4673-2577-6 (M33)

Зборници скупова националног значаја (M60):

1. **S. Vukićević, D. Drašković:** *Analiza stanja e-trgovine u Srbiji zasnovana na faktorima koji utiču na njen razvoj,* Zbornik radova XX Konferencija i izložba YUINFO 2014, Kopaonik 9-13, Mart 2014, pp. 1-6 ISBN: 978-86-85525-13-1 (M63)
2. **S. Vukićević, D. Drašković:** *Process of moving from waterfall to agile project management model.* Proceedings of XIII International Symposium Symorg 2012, Zlatibor, 5-9, Jun 2012, pp. 1581-1586, ISBN: 978-86-7680-255-5 (M63)
3. **S. Vukićević, D. Drašković:** *Dizajn sistema za parkiranje baziran na pametnim telefonima i senzorima,* Zbornik radova XVIII Konferencija YUINFO 2012, Kopaonik, 29. Feb – 03. Mart 2012, pp. 530-533, ISBN: 978-86-85525-09-4 (M63)

Следи списак положених предмета на докторским студијама са оценама и ЕСПБ бодовима:

Назив предмета	Оцена	ЕСПБ
Електронско пословање	10 (десет)	10
Интернет маркетинг	10 (десет)	10
Интернет технологије	10 (десет)	10
Банкарство на Интернету	10 (десет)	10
Мобилно пословање	10 (десет)	10
Менаџмент електронског пословања	10 (десет)	10
Методе заштите у електронском пословању	10 (десет)	10
Е-управа	10 (десет)	10
Е-Образовање	10 (десет)	10

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Узимајући у обзир:

- резултате остварене током досадашњег образовања;
- истраживања на тему примене сензора, сензорских мрежа и ИКТ технологија, која су публикована на научно-стручним конференцијама и у часописима,
- радно искуство у области рачунарске технике, развоја софтвера, управљања пројектима,

закључује се да је Сања Вукићевић у потпуности квалификована и припремљена да тему докторске дисертације самостално истражује и пружи научно-стручне доприносе у тој области.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања приступног рада је развој модела телерехабилитације заснованог на примени Интернета интелигентних уређаја. Централни проблем који се разматра у приступном раду је испитивање могућности примене концепата Интернета интелигентних уређаја, wearable computing-a, мобилних технологија и рачунарства у облаку за рехабилитацију пацијената на даљину, интегрисану са информационим системом здравствене установе и контролисану од стране стручног медицинског особља.

Интернет интелигентних уређаја представља мрежу уређаја састављених од сензора, актуатора, микроконтролера и микрорачунара, повезаних на Интернет, који имају способност да сакупљају податаке и на основу података извршавају акције. Сензори различитих намена могу се уградити у мобилне телефоне, наруквице, сатове, наочаре и остале носиве уређаје па чак и у гардеробу, што представља основу концепта wearable computing-a.

Интернет интелигентних уређаја и wearable computing омогућују развој и примену нових метода у лечењу. Значајан број клиничких истраживања покушава да унапреди традиционално здравство, применом Интернета интелигентних уређаја у области праћења стања пацијента. Значајан је и број стартап пројеката који применом мобилних технологија и wearable computing-a, покушавају да подстакну физичку активност људи, а тиме и здравији живот. Применом Интернета интелигентних уређаја у здравству, подаци прикупљени путем сензора могу се користити у циљу повећања ефективности здравствене заштите пацијената у области превенције, дијагностике и лечења.

Модел који ће бити представљен у приступном раду приказати ће инфраструктуру система за рехабилитацију пацијената на даљину - телерехабилитацију, намењеног за испоруку физикалне терапије на даљину, праћење процеса опоравка и интеракцију са пацијентима применом Интернета интелигентних уређаја. Телерехабилитација обезбеђује рехабилитациону терапију физички удаљеним пацијентима који услед инвалидитета или велике удаљености не могу свакога дана путовати у рехабилитационе центре. Примена Интернета интелигентних уређаја у рехабилитационој терапији обезбедила би ефикасно прикупљање података о моторичкој, визуелној и осталим способностима пацијента током примене терапије. Интелигентни уређаји, као што су сензори за детекцију покрета, мишићни сензори, а нарочито уређаји специјализовани за праћење скелета тела, могу се користити у терапији за добијање повратне информације о правилно урађеној вежби, док се вредности очитане са сензора могу користити за креирање и корекцију терапије.

Примена система за детекцију покрета, интелигентних уређаја и сензора у дијагностиковању стања и мерењу способности пацијента омогућава стварање адаптивног модела. Адаптивност се односи на садржај који се испоручује кориснику током телерехабилитационе терапије, али се такође може применити и у претрази одговарајућих вежби. Појединачне вежбе се могу представити као објекти терапије са придруженим метаподацима. На основу метаподатака објекти терапије се могу индексирати, претраживати и агрегирати.

Спровођење терапије у кућним условима у великој мери зависи од самодисциплине и мотивације пацијента. За развој модела неопходно је истражити различите облике рехабилитације и методе мотивисања пацијената а затим искористити добијене информације за развој алгорита који ће на основу идентификованих потреба пацијента

прилагођавати здравствени садржај и селекцијом објеката терапије испоручити адекватну терапију. Једна од метода која може утицати на мотивацију пацијента је стварање интерактивног окружења применом виртуелне стварности. У таквом окружењу свака акција има сврху и терапија се спроводи кроз игру. Овај концепт је познат под називом *serious games*. За стварање виртуелног окружења може се користити Kinect решење или веб камера.

Електронски здравствени картон је неопходан сегмент овог модела који агрегира целокупан рехабилитациони процес. Он се може интегрисати са електронским здравственим картоном у домовима здравља и тако постати саставни део система електронског здравства. Кроз електронски здравствени картон лекар може формирати терапију намењену пацијенту који је просторно удаљен и одржавати комуникацију са пацијентом. Вредности очитане са сензора, интелигентних уређаја и Kinect-а током терапије се обрађују и чувају у адекватном, упоредивом облику у електронском здравственом картону пацијента. Архивирање историје прикупљених података и процеса примене терапије омогућава брз и ефикасан увид у стање пацијента, процес опоравка и начин лечења. Осим тога, ствара се вредна база података која може послужити за креирање процеса лечења других пацијената.

За изградњу стабилног телерехабилитационог окружења, неопходно је поседовање одговарајуће инфраструктуре. Инфраструктура треба да буде поуздана, дистрибуирана и скалабилна, да би могла да подржи раст броја пацијената. Рачунарство у облаку - *cloud computing* се издваја као најповољније решење са аспекта скалабилности и трошкова. Рачунарство у облаку представља високо скалабилну и апстраховану инфраструктуру, са виртуелизованим ресурсима. Модел телерехабилитације заснован на Интернету интелигентних уређаја биће реализован као *Software as a Service (SaaS)* сервисни модел.

Имајући у виду велике количине података, прикупљених од сензора и других уређаја потребно је поседовати адекватно складиште података. Стандардне релационе базе података нису најпогодније решење код складиштења више терабајта сирових података. Примена *big data* инфраструктуре омогућава рад са великим количинама података. *Big data* представља упрошћени, апстраховани модел база података који омогућава поузданост, скалабилност и дистрибуираност. Аналитика великих количина података пружа могућност предвиђања и у овом моделу ће се користити за селекцију вежби са највећим процентом учинка.

Подаци о здравственом стању пацијента не смеју бити доступни јавности, јер се могу злоупотребити. Зато овај систем мора заштити податке о пацијентима и протоколе комуникације од неауторизованог приступа или од малициозних корисника. У раду ће бити размотрене могуће врсте напада и методе заштите система како би се обезбедили интегритет и приватност података учесника у систему.

Примарни циљ истраживања у приступном раду је развој модела система за телерехабилитацију, применом Интернета интелигентних уређаја, заснованог на прилагођавању садржаја терапије у реалном времену и адаптацији према способностима пацијента и доступности сензора и осталих уређаја. Осим тога прикупљањем података о утицају појединих врсти вежби на успостављање изгубљених физичких функција, њиховом класификацијом и уређивањем, створиће се база знања која ће будућим пацијентима препоручити најбољу могућу терапију. Циљ рада се реализује кроз имплементацију технологија и концепата примене Интернета

интелигентних уређаја, чиме се креира савремена инфраструктура за телерехабилитацију. Циљеви које треба постићи имплементацијом су:

- повећање степена реализације и ефикасности рехабилитационе терапије у кућним условима применом технологија Интернета интелигентних уређаја, wearable computing-a, и мобилног рачунарства,
- адаптација рехабилитационог система на различите врсте интелигентних уређаја и wearable уређаја који су пацијенту на располагању,
- побољшање квалитета терапије у реалном времену анализом података прикупљених током спровођења терапије,
- повећање мотивације пацијента да редовно спроводи рехабилитациону терапију применом виртуелне стварности,
- успостављање квалитетнијег односа лекар-пацијент, јер лекар има стални увид у активности пацијента изван рехабилитационог центра и комуницира са пацијентом на даљину,
- елиминација просторне-географске удаљености између лекара и пацијента – пацијент не мора да путује до здравствене установе на терапије или контролу, док лекари терапију могу пратити и усмеравати са мобилних телефона, таблета, лаптопа или десктоп рачунара,
- интеграција телерехабилитационог модела са постојећим електронским картоном пацијента, у систему електронског здравства.

За остварење постављених циљева треба реализовати следећа истраживања:

- анализа постојећих модела рехабилитационе терапије и утврђивање могућности примене у терапији на даљину,
- моделирање инфраструктуре засноване на Интернету интелигентних уређаја,
- пројектовање, имплементација и конфигурација инфраструктуре засноване на Интернету интелигентних уређаја,
- моделирање поуздане инфраструктуре у пацијентовом окружењу састављене од интелигентних уређаја и уређаја виртуелне реалности и мерење поузданости након имплементације,
- примена развијене инфраструктуре са пацијентима којима је потребна физикална терапија и мерење резултата примене.

Почетна листа библиографских извора која ће се користити приликом израде докторске дисертације:

1. Adamovich, S. V., Fluet, G. G., Tunik, E., & Merians, A. S. (2009). Sensorimotor training in virtual reality: a review. *NeuroRehabilitation*, 25(1), 29-44.
2. Anderson, J. G. (2007). Social, ethical and legal barriers to e-health. *International journal of medical informatics*, 76(5), 480-483.
3. Atallah, L., Jones, G. G., Ali, R., Leong, J. J., Lo, B., & Yang, G. Z. (2011, May). Observing recovery from knee-replacement surgery by using wearable sensors. In *Body Sensor Networks (BSN), 2011 International Conference on* (pp. 29-34). IEEE.
4. Atallah, L., Lo, B., & Yang, G. Z. (2012). Can pervasive sensing address current challenges in global healthcare?. *Journal of epidemiology and global health*, 2(1), 1-13.
5. Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.
6. Aziz, O., & Robinovitch, S. N. (2011). An analysis of the accuracy of wearable sensors for classifying the causes of falls in humans. *Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on*, 19(6), 670-676.
7. Badawi, O., Brennan, T., Celi, L. A., Feng, M., Ghassemi, M., Ippolito, A., ... & MIT Critical Data Conference 2014 Organizing Committee. (2014). Making big data useful for health care: a summary of the inaugural MIT Critical Data Conference. *JMIR medical informatics*, 2(2).

8. Ball, M. J., & Lillis, J. (2001). E-health: transforming the physician/patient relationship. *International journal of medical informatics*, 61(1), 1-10.
9. Banaee, H., Ahmed, M. U., & Loutfi, A. (2013). Data mining for wearable sensors in health monitoring systems: a review of recent trends and challenges. *Sensors*, 13(12), 17472-17500. doi:10.3390/s131217472
10. Baran, M., Lehrer, N., Duff, M., Venkataraman, V., Turaga, P., Ingalls, T. & Rikakis, T. (2014). Interdisciplinary Concepts for Design and Implementation of Mixed Reality Interactive Neurorehabilitation Systems for Stroke. *Physical therapy*.
11. Baur, C., Deering, M. J., & Hsu, L. (2000). Ehealth: federal issues and approaches. *The Internet and Health Communication*. Thousand Oaks, Calif: Sage Publications, 355-384.
12. Black, A. D., Car, J., Pagliari, C., Anandan, C., Cresswell, K., Bokun, T., ... & Sheikh, A. (2011). The impact of eHealth on the quality and safety of health care: a systematic overview. *PLoS medicine*, 8(1).
13. Blaya, J. A., Fraser, H. S., & Holt, B. (2010). E-health technologies show promise in developing countries. *Health Affairs*, 29(2), 244-251.
14. Boian, R., Sharma, A., Han, C., Merians, A., Burdea, G., Adamovich, S., ... & Poizner, H. (2002). Virtual reality-based post-stroke hand rehabilitation. *Studies in health technology and informatics*, 64-70.
15. Bonnechere, B., Jansen, B., Salvia, P., Bouzahouene, H., Omelina, L., Moiseev, F., ... & Jan, S. V. S. (2014). Validity and reliability of the Kinect within functional assessment activities: comparison with standard stereophotogrammetry. *Gait & posture*, 39(1), 593-598.
16. Bui, N., & Zorzi, M. (2011, October). Health care applications: a solution based on the internet of things. In *Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies* (p. 131). ACM.
17. Buyya, R., Yeo, C. S., Venugopal, S., Broberg, J., & Brandic, I. (2009). Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. *Future Generation computer systems*, 25(6), 599-616.
18. Chang, Y. J., Han, W. Y., & Tsai, Y. C. (2013). A Kinect-based upper limb rehabilitation system to assist people with cerebral palsy. *Research in developmental disabilities*, 34(11), 3654-3659.
19. Chen, B. R., Patel, S., Buckley, T., Rednic, R., McClure, D. J., Shih, L., ... & Bonato, P. (2011). A web-based system for home monitoring of patients with Parkinson's disease using wearable sensors. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, 58(3), 831-836.
20. Chui M., Löffler M. & Roberts P. (2010) The Internet of Things, <http://cryptome.org/internet-spy-all.pdf>
21. Clark, R. A., Pua, Y. H., Fortin, K., Ritchie, C., Webster, K. E., Denehy, L., & Bryant, A. L. (2012). Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control. *Gait & posture*, 36(3), 372-377.
22. Craig, A. B., Sherman, W. R., & Will, J. D. (2009). Developing virtual reality applications: Foundations of effective design. Morgan Kaufmann.
23. Dewey, H. M., Sherry, L. J., & Collier, J. M. (2007). Stroke rehabilitation 2007: what should it be?. *International Journal of Stroke*, 2(3), 191-200.
24. Dicianno, B. E., Parmanto, B., Fairman, A. D., Crytzer, T. M., Daihua, X. Y., Pramana, G., ... & Petrazzi, A. A. (2014). Perspectives on the Evolution of Mobile (mHealth) Technologies and Application to Rehabilitation. *Physical therapy*, Volume 95, Issue: 3, March 2015.
25. Dobkin, B. H., & Dorsch, A. (2011). The promise of mHealth daily activity monitoring and outcome assessments by wearable sensors. *Neurorehabilitation and neural repair*, 25(9), 788-798.
26. Dohr, A., Modre-Opsrian, R., Drobics, M., Hayn, D., & Schreier, G. (2010, April). The internet of things for ambient assisted living. In *Information Technology: New Generations (ITNG)*, 2010 Seventh International Conference on (pp. 804-809).
27. Domínguez-Mayo, F. J., Escalona, M. J., Mejías, M., Aragón, G., García-García, J. A., Torres, J., & Enríquez, J. G. (2015). A Strategic Study about Quality Characteristics in e-Health Systems Based on a Systematic Literature Review. *The Scientific World Journal*, 2015.
28. Eng, K., Siekierka, E., Pyk, P., Chevrier, E., Hauser, Y., Cameirao, M., ... & Kiper, D. (2007). Interactive visuo-motor therapy system for stroke rehabilitation. *Medical & biological engineering & computing*, 45(9), 901-907.

29. Eysenbach, G. (2001). What is e-health?. *Journal of medical Internet research*, 3(2).
30. Fardoun, H. M., Altalhi, A. H., Paules Cipres, A., Ramirez Castillo, J., & Albiol-Pérez, S. (2013, May). CRehab: a cloud-based framework for the management of rehabilitation processes. In *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)*, 2013 7th International Conference on (pp. 397-400). IEEE.
31. Frati, V., & Prattichizzo, D. (2011, June). Using Kinect for hand tracking and rendering in wearable haptics. In *World Haptics Conference (WHC)*, 2011 IEEE (pp. 317-321). IEEE.
32. Geurts, L., Vanden Abeele, V., Husson, J., Windey, F., Van Overveldt, M., Annema, J. H., & Desmet, S. (2011, January). Digital games for physical therapy: fulfilling the need for calibration and adaptation. In *Proceedings of the fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction* (pp. 117-124). ACM.
33. Gregory, P., Alexander, J., & Satinsky, J. (2011). Clinical telerehabilitation: applications for physiatrists. *PM&R*, 3(7), 647-656.
34. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645-1660.
35. Hoda, M., Dong, H., Ahmed, D., & El Saddik, A. (2014, July). Cloud-based rehabilitation exergames system. In *Multimedia and Expo Workshops (ICMEW)*, 2014 IEEE International Conference on (pp. 1-6). IEEE.
36. Holden, M. K., Dyar, T. A., Schwamm, L., & Bizzi, E. (2005). Virtual-environment-based telerehabilitation in patients with stroke. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 14(2), 214-233.
37. Hondori, M. H., & Khademi, M. (2014). A Review on Technical and Clinical Impact of Microsoft Kinect on Physical Therapy and Rehabilitation. *Journal of Medical Engineering*, 2014.
38. Horak, F., King, L., & Mancini, M. (2014). Role of Body-Worn Movement Monitor Technology for Balance and Gait Rehabilitation. *Physical therapy*.
39. Ignatius, E., Perälä, S., & Mäkelä, K. (2010). Use of videoconferencing for consultation in dental prosthetics and oral rehabilitation. *Journal of telemedicine and telecare*, 16(8), 467-470.
40. Internet of Things - Architecture (IoT-A). FP7 European Project. Online at: <http://www.iot-a.eu/public>
41. Irshad, W., & Chaudhry, S. A. (2013). Future Generations of Mobile Communication Networks. *Academy of Contemporary Research*, 15.
42. Jog, Y., Sharma, A., Mhatre, K., & Abhishek, A. (2015). Internet Of Things As A Solution Enabler In Health Sector. *International Journal of Bio-Science & Bio-Technology*, 7(2), 9-24
43. Jog, Y., Sharma, A., Mhatre, K., & Abhishek, A. (2015). Internet Of Things As A Solution Enabler In Health Sector. *International Journal of Bio-Science & Bio-Technology*, 7(2).
44. Johnson, M. J. Feng X., Johnson J. M. & Winters J. M. (2007). Potential of a suite of robot/computer-assisted motivating systems for personalized, home-based, stroke rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 4(6), 1-17.
45. Kijl, B., & Nieuwenhuis, B. (2010, January). Deploying a telerehabilitation service innovation: an early stage business model engineering approach. In *System Sciences (HICSS)*, 2010 43rd Hawaii International Conference on (pp. 1-10). IEEE.
46. Kitsunozaki, N., Adachi, E., Masuda, T., & Mizusawa, J. I. (2013, May). Kinect applications for the physical rehabilitation. In *Medical Measurements and Applications Proceedings (MeMeA)*, 2013 IEEE International Symposium on (pp. 294-299). IEEE.
47. Korpela, J., Takase, K., Hirashima, T., Maekawa, T., Eberle, J., Chakraborty, D., & Aberer, K. (2015, September). An energy-aware method for the joint recognition of activities and gestures using wearable sensors. In *Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers* (pp. 101-108). ACM.
48. Kreps, G. L., & Neuhauser, L. (2010). New directions in eHealth communication: opportunities and challenges. *Patient education and counseling*, 78(3), 329-336.
49. Krpic, A., Savanovic, A., & Cikajlo, I. (2013). Telerehabilitation: remote multimedia-supported assistance and mobile monitoring of balance training outcomes can facilitate the clinical staff's effort. *International Journal of Rehabilitation Research*, 36(2), 162-171.
50. Lam, M. Y., Tatla, S. K., Lohse, K. R., Shirzad, N., Hoens, A. M., Miller, K. J., ... & Van der Loos, H. M. (2015). Perceptions of Technology and Its Use for Therapeutic Application for

- Individuals With Hemiparesis: Findings From Adult and Pediatric Focus Groups. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, 2(1), e1.
51. Langan, J., DeLave, K., Phillips, L., Pangilinan, P., & Brown, S. H. (2013). Home-based telerehabilitation shows improved upper limb function in adults with chronic stroke: a pilot study. *Journal of rehabilitation medicine*, 45(2), 217-220.
 52. Lange, B., Chang, C. Y., Suma, E., Newman, B., Rizzo, A. S., & Bolas, M. (2011, August). Development and evaluation of low cost game-based balance rehabilitation tool using the Microsoft Kinect sensor. In *Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC, 2011 Annual International Conference of the IEEE* (pp. 1831-1834). IEEE.
 53. Lemaire, E. D., Boudrias, Y., & Greene, G. (2001). Low-bandwidth, Internet-based videoconferencing for physical rehabilitation consultations. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 7(2), 82-89.
 54. Levac, D., Espy, D., Fox, E., Pradhan, S., & Deutsch, J. E. (2014). "Kinect-ing" With Clinicians: A Knowledge Translation Resource to Support Decision Making About Video Game Use in Rehabilitation. *Physical therapy*, Volume 95, Issue: 3.
 55. Levin, M. F., Weiss, P. L., & Keshner, E. A. (2014). Emergence of Virtual Reality as a Tool for Upper Limb Rehabilitation. *Physical therapy*, Volume 95, Issue: 3, March 2015.
 56. Lozano-Quilis, J. A., Gil-Gómez, H., Gil-Gómez, J. A., Albiol-Pérez, S., Palacios-Navarro, G., Fardoun, H. M., & Mashat, A. S. (2014). Virtual Rehabilitation for Multiple Sclerosis Using a Kinect-Based System: Randomized Controlled Trial. *JMIR Serious Games*, 2(2), e12.
 57. Lucca, L. F. (2009). Virtual reality and motor rehabilitation of the upper limb after stroke: a generation of progress?. *Journal of rehabilitation medicine*, 41(12), 1003-1006.
 58. Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing.
 59. Mitchell, J. G. (1999). From telehealth to e-health: The unstoppable rise of e-health. Commonwealth Department of Communications, Information Technology and the Arts.
 60. Moyà Alcover, B., Jaume-i-Capó, A., Varona, J., Martínez-Bueso, P., & Mesejo Chiong, A. (2011, October). Use of serious games for motivational balance rehabilitation of cerebral palsy patients. In *The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility* (pp. 297-298). ACM.
 61. Navarro, J. E. G., Penichet, V. M. R., & Pérez, M. D. L. (2014). Movement-Based Interaction Applied to Physical Rehabilitation Therapies. *Journal of medical Internet research*, 16(12).
 62. Nkosi, M. T., & Mekuria, F. (2010, November). Cloud computing for enhanced mobile health applications. In *Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2010 IEEE Second International Conference on* (pp. 629-633). IEEE.
 63. Pantelopoulos, A., & Bourbakis, N. G. (2010). A survey on wearable sensor-based systems for health monitoring and prognosis. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics. Part C: Applications and Reviews*, 40(1), 1-12.
 64. Paschou, M., Sakkopoulos, E., Sourla, E., & Tsakalidis, A. (2013). Health Internet of Things: Metrics and methods for efficient data transfer. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 34, 186-199.
 65. Patel, S., Hughes, R., Hester, T., Stein, J., Akay, M., Dy, J., & Bonato, P. (2010, August). Tracking motor recovery in stroke survivors undergoing rehabilitation using wearable technology. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE* (pp. 6858-6861). IEEE.
 66. Patel, S., Park, H., Bonato, P., Chan, L., & Rodgers, M. (2012). A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 9(1), 21.
 67. Pharow, P., Blobel, B., Ruotsalainen, P., Petersen, F., & Hovsto, A. (2009). Portable devices, sensors and networks: wireless personalized eHealth services. In *MIE* (pp. 1012-1016).
 68. Piron, L., Tonin, P., Trivello, E., Battistin, L., & Dam, M. (2004). Motor tele-rehabilitation in post-stroke patients. *Informatics for health and social care*, 29(2), 119-125.
 69. Piron, L., Turolla, A., Agostini, M., Zucconi, C., Cortese, F., Zampolini, M., ... & Tonin, P. (2009). Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41(12), 1016-1020.
 70. Piron, L., Turolla, A., Tonin, P., Piccione, F., Lain, L., & Dam, M. (2008). Satisfaction with care in post-stroke patients undergoing a telerehabilitation programme at home. *Journal of telemedicine and telecare*, 14(5), 257-260.

71. Pirovano, M., Mainetti, R., Baud-Bovy, G., Lanzi, P. L., & Borghese, N. A. (2012, September). Self-adaptive games for rehabilitation at home. In *Computational Intelligence and Games (CIG)*, 2012 IEEE Conference on (pp. 179-186). IEEE.
72. Proffitt R. and Lange B. (2014) Considerations in the Efficacy and Effectiveness of Virtual Reality Interventions for Stroke Rehabilitation - Moving the field forward. *Physical therapy*.
73. Recommendation ITU-T Y.2060, Overview of the Internet of Things, 2012
74. Rego, P., Moreira, P. M., & Reis, L. P. (2010, June). Serious games for rehabilitation: A survey and a classification towards a taxonomy. In *Information Systems and Technologies (CISTI)*, 2010 5th Iberian Conference on (pp. 1-6). IEEE.
75. Rimal, B. P., Jukan, A., Katsaros, D., & Goeleven, Y. (2011). Architectural requirements for cloud computing systems: an enterprise cloud approach. *Journal of Grid Computing*, 9(1), 3-26.
76. Rolim, C. O., Koch, F. L., Westphall, C. B., Werner, J., Fracalossi, A., & Salvador, G. S. (2010, February). A cloud computing solution for patient's data collection in health care institutions. In *eHealth, Telemedicine, and Social Medicine*, 2010. ETELEMED'10. Second International Conference on (pp. 95-99). IEEE.
77. Schönauer, C., Pintaric, T., & Kaufmann, H. (2011, March). Full body interaction for serious games in motor rehabilitation. In *Proceedings of the 2nd Augmented Human International Conference* (p. 4). ACM.
78. Schweitzer, J., & Synowiec, C. (2012). The economics of eHealth and mHealth. *Journal of health communication*, 17(sup1), 73-81.
79. Shen, Y., Gu, P. W., Ong, S. K., & Nee, A. Y. (2012). A novel approach in rehabilitation of hand-eye coordination and finger dexterity. *Virtual Reality*, 16(2), 161-171.
80. Standen, P. J., Threapleton, K., Connell, L., Richardson, A., Brown, D. J., Battersby, S., ... & Platts, F. (2015). Patients' Use of a Home-Based Virtual Reality System to Provide Rehabilitation of the Upper Limb Following Stroke. *Physical therapy*, Volume 95, Issue: 3, March 2015.
81. Starner, T., Mann, S., Rhodes, B., Healey, J., Russell, K. B., Levine, J., & Pentland, A. (1995). Wearable computing and augmented reality. The Media Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, MIT Media Lab Vision and Modeling Group Technical Report, 355.
82. Sultan, N. (2010). Cloud computing for education: A new dawn?. *International Journal of Information Management*, 30(2), 109-116.
83. Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious games: An overview. Technical Report HS-IKI-TR-07-001, School of Humanities and Informatics, University of Skövde, Sweden
84. Sveistrup, H. (2004). Motor rehabilitation using virtual reality. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 1(10), 1-8, doi:10.1186/1743-0003-1-10.
85. Tao, W., Liu, T., Zheng, R., & Feng, H. (2012). Gait analysis using wearable sensors. *Sensors*, 12(2), 2255-2283.
86. Tindall, L. R., & Huebner, R. A. (2009). The impact of an application of telerehabilitation technology on caregiver burden. *International Journal of Telerehabilitation*, 1(1), 3.
87. Turolla, A., Dam, M., Ventura, L., Tonin, P., Agostini, M., Zucconi, C., ... & Piron, L. (2013). Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10, 85.
88. van Limburg, M., van Gemert-Pijnen, J. E., Nijland, N., Ossebaard, H. C., Hendrix, R. M., & Seydel, E. R. (2011). Why business modeling is crucial in the development of eHealth technologies. *Journal of medical Internet research*, 13(4).
89. Vukićević, S. (2015, March) Telerehabilitation Model of Physical Therapy using Kinect and Embedded Systems. In *Proceedings of the 5th International Conference of Information Society and Technology (ICIST 2015)*, 214-218.
90. Waters, B. (2005). Software as a service: A look at the customer benefits. *Journal of Digital Asset Management*, 1(1), 32-39.
91. Webster, D., & Celik, O. (2014). Systematic review of Kinect applications in elderly care and stroke rehabilitation. *J. Neuroeng. Rehabil*, 11(1), 108, pp. 1-24.
92. WHO, The World Health Report 2002: "Reducing risk, promoting healthy life", <http://www.who.int/whr/2002/en/>.

93. Yeh, S. C., Hwang, W. Y., Huang, T. C., Liu, W. K., Chen, Y. T., & Hung, Y. P. (2012, June). A study for the application of body sensing in assisted rehabilitation training. In Computer, Consumer and Control (IS3C), 2012 International Symposium on (pp. 922-925). IEEE.
94. Zhang, Z. (2012). Microsoft kinect sensor and its effect. MultiMedia, IEEE,19(2), 4-10.

3. Полазне хипотезе

Главна хипотеза која ће бити тестирана у раду гласи:

Развојем и применом модела телерехабилитације заснованог на примени Интернета интелигентних уређаја унапређује се квалитет здравствене заштите, повећава се мотивисаност пацијента и побољшавају се коначни резултати у процесу опоравка.

На основу дефинисаног предмета истраживања могу се издвојити неколико посебних хипотеза:

- X1. Могуће је развити систем телерехабилитационе терапије пацијената у електронском здравству који је заснован на примени Интернета интелигентних уређаја.
- X2. Систем телерехабилитационе терапије пацијената у електронском здравству заснован на примени Интернета интелигентних уређаја, доприноси побољшању квалитета рехабилитације у кућним условима и доприноси бржем опоравку пацијента.

Даљим прецизирањем наведених посебних хипотеза, формулишу се појединачне које се односе на елементарне чиниоце предмета истраживања:

- X1.1. Могуће је развити модел телерехабилитационе терапије на даљину заснован на примени Интернета интелигентних уређаја, који је прилагођен потребама пацијената.
- X1.2. Модел телерехабилитације заснован на Интернету интелигентних уређаја могуће је унапредити применом мобилних и технологија wearable computing-a.
- X1.3. Развијене сервисе телерехабилитационог система заснованог на Интернету интелигентних уређаја могуће је интегрисати са електронским картоном пацијента у систему електронског здравства.
- X1.4. Применом сензора, система за детекцију покрета и интелигентних уређаја могуће је сакупити податке који детаљно описују способности и стање пацијента у систему телерехабилитације.
- X1.5. Квалитет и доступност података у систему телерехабилитације могу се унапредити применом big data технологија у cloud computing окружењу.
- X1.6. Могуће је обезбедити податке и комуникационе протоколе телерехабилитационог система применом одговарајућих метода заштите.
- X2.1. Могуће је реализовати евалуацију модела телерехабилитације заснованог на Интернету интелигентних уређаја.
- X2.2. Пацијенти остварују боље резултате када вежбају у систему адаптивног виртуелног окружења заснованом на примени Интернета интелигентних уређаја.
- X2.3. Систем телерехабилитације, заснован на примени Интернета интелигентних уређаја, позитивно утиче на мотивацију пацијента.

4. Научне методе истраживања

Методологија истраживања у овом раду обухватиће сложен и организован поступак полазећи од логичких начела и принципа по утврђеним фазама. У сврху израде овог

рада, од општих научних метода користиће се методе прикупљања и анализе постојећих научних резултата и достигнућа, моделирање, аналитичко-дедуктивна и статистичка метода. Моделирање се користи приликом израде модела инфраструктуре рехабилитационе терапије на даљину у електронском здравству, заснованог на примени сензора, игара и виртуелне стварности. Аналитичко-дедуктивне методе користиће се за анализу података о постојећим решењима, као и о технологијама, приступима и библиотекама за развој софтверских компонената. Мерење релевантних параметара и анализа добијених резултата ће бити обављени помоћу стандардних статистичких метода.

У експерименталном делу биће извршена евалуација развијеног модела. Добијени резултати експеримента треба да потврде главну хипотезу о унапређењу квалитета здравствене заштите и побољшању коначних резултата у процесу опоравка.

Ово истраживање се може класификовати по општости као појединачно (обухвата само једну компоненту појаве, процеса и односа у строго одређеној јединици времена и простора), по критеријуму својства предмета као комплексно (уједначено учешће теоријског и емпиријског), по критеријуму времена једне појаве као трансверзално (пресек појаве у једном временском одсечку), по припадности науци као интердисциплинарно, по актуелности предмета као актуелно, по сврси и циљевима иновационо-хеуристичко (усмерено на откривање непознатих неоткривених чинилаца, својства и односа предмета истраживања) а по функцији у развоју науке припада акционом истраживању (решава конкретан актуелни проблем на основу изграђеног научног сазнања).

Резултати истраживања биће презентовани текстуално, описивањем, и приказани кроз више табела, слика и дијаграма са упоредним резултатима. Синтеза, апстракција, генерализација и класификација, као и остале методе научног објашњења биће примењене за закључивање на основу индукције и дедукције.

5. Очекивани научни допринос

Најзначајнији допринос овог рада биће модел инфраструктуре електронског здравства, намењен рехабилитационој терапији на даљину, тако да се пружање здравствених услуга реализује применом адаптивних апликација контролисаних од стране клиничке установе. Финални резултат истраживања биће имплементирана инфраструктура и сервиси телерехабилитације постављени на cloud окружењу, како би инфраструктура система била поуздана, скалабилна, флексибилна уз могућност дељења од стране више клиничких установа.

Кључни научни допринос овог рада огледаће се у:

- формалном опису модела телерехабилитационог система заснованог на Интернету интелигентних уређаја,
- развоју модела адаптације са следећим аспектима: персонализација садржаја од стране стручног медицинског особља, аутоматска модификација садржаја терапије зависно од расположивих сензора и интелигентних уређаја и зависно од физичких могућности пацијента,
- развоју модела архитектуре и инфраструктуре телерехабилитационог система заснованог на Интернету интелигентних уређаја,
- моделу интеграције са електронским здравственим системом, односно електронским здравственим картоном,

- анализи метода и развоју модела за мотивацију пацијената заснованог на виртуелној реалности и serious games,
- развоју метода за оцену перформанси добијеног модела.

Рад на овом приступном раду резултоваће и низом стручних доприноса од којих су најважнији:

- анализа примене Интернета интелигентних уређаја и wearable computing-a у адаптацији модела телерехабилитације,
- анализа примене виртуелне стварности у моделу телерехабилитације,
- анализа примене игара у подстицању опоравка пацијената,
- преглед и анализа технологија потребних за имплементацију телерехабилитационог модела у електронском здравству, заснованог на Интернету интелигентних уређаја,
- могућности интеграције инфраструктуре телерехабилитације са постојећим системом електронског здравства и електронским здравственим картоном,
- преглед и анализа метода заштите система потребних да се обезбеде интегритет и приватност података учесника у телерехабилитационом моделу.

Истраживање проблематике увођења концепата и технологија Интернета интелигентних уређаја, wearable computing-a и рачунарства у облаку у телерехабилитацији, са становишта друштвене корисности може имати вишеструке импликације:

- резултати истраживања помоћи ће да се анализира проблем даљег развоја система терапије на даљину, као и свих осталих облика пружања услуга у електронском здравству на даљину,
- резултати истраживања помоћи ће да се детаљније утврде захтеви који се постављају пред будуће пројекте реализације терапије на даљину и других облика телемедицине,
- резултате истраживања могу користити и други клинички и научни центри заинтересовани за развој и прилагођавање телерехабилитације применом Интернета интелигентних уређаја,
- модел телерехабилитационе терапије погодан је за земље у развоју, где не постоји довољан број квалитетних рехабилитационих центара, као и када су пацијенти удаљени од рехабилитационих центара и немају могућност да свакодневно путују на терапије.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања докторске дисертације приказан је у следећој табели:

	ФАЗА	ЗАДАТАК	МЕТОДЕ, ТЕХНИКЕ, СТАНДАРДИ
1.	Анализа постојећег стања и досадашњих резултата истраживања	- Прикупљање информација у циљу анализе постојећег стања и досадашњих резултата у реализацији адаптивних система за физикалну терапију на даљину	- Претраживање база података - Претраживање стручне литературе - Претраживање Интернет ресурса - Студије случаја
2.	Моделирање сензорске архитектуре	- Систематизација и анализа примене сензора у физикалној терапији	- Претраживање стручне литературе - Претраживање Интернет

		- Одабир врста сензора који ће бити коришћени у моделу на основу њихових карактеристика - Пројектовање сензорске архитектуре	ресурса - Студије случаја - Примена микроконтролера у сензорској архитектури - Примена микрорачунара у сензорској архитектури - Примена различитих типова сензора - Истраживање врста протокола и потребних перформанси у комуникацији зависно од врсте уређаја
3.	Моделирање инфраструктуре терапије на даљину у електронском здравству заснованог на Интернету интелигентних уређаја, <i>Kinect</i> -у и <i>wearable computing</i> -у	- Анализа постојећих модела - Пословна анализа - Моделирање процеса и података - Моделирање архитектуре система - Моделирање инфраструктуре система - Пројектовање хардверских и софтверских компоненти система - Моделирање концепта адаптивног садржаја, објекта терапије, веб сервиса и рачунарства у облаку	- Методе пројектовања процеса - Методе пројектовања података - Методе пројектовања инфраструктуре електронског здравства - UML
4.	Постављање хардверско - софтверске инфраструктуре	- Конфигурисање инфраструктуре система за телерехабилитацију - Прављење система за управљање дигиталним идентитетима - Постављање big data инфраструктуре - Постављање инфраструктуре за виртуелну стварност - Интеграција са сензорима - Дизајн метаподатака објекта терапије - Развој портала за управљање терапијом од стране лекара или терапеута - Тестирање креиране апликације	- Инфраструктура за рачунарство у облаку - Веб сервиси - Јава, <i>Node.js</i> - Веб технологије - Мобилне технологије - <i>Arduino</i> - <i>Raspberry PI</i> - Различити сензори и интелигенти уређаји - <i>Big data</i> системи
5.	Примена модела	- Тестирање и имплементација развијене методологије и модела - Имплементација адаптивног телерехабилитационог сервиса - Анализа резултата примене и корективне мере	- Методе управљања процесом обуке пацијената и терапеута - Методе креирања и управљања садржајима и активностима за физикалну терапију - Верификација и валидација
6.	Закључак	- Анализа предложеног решења - Предлог будућег истраживања	- Анализа - Синтеза

Оквирно, структуру докторске дисертације, сачињавало би 8 (осам) следећих поглавља:

1. Увод
 - Дефинисање предмета истраживања
 - Циљеви истраживања
 - Полазне хипотезе
 - Методологија истраживања
 - Структура и организација рада
2. Електронско здравство
 - Појам и дефиниција
 - Карактеристике електронског здравства
 - Модели и сервиси пружања услуга пацијентима на даљину
 - Технологије електронског здравства
 - Анализа и систематизација постојећих метода и архитектура терапије на даљину
3. Технологије Интернета интелигентних уређаја у е-здравству
 - Мобилне технологије
 - Интернет интелигентних уређаја
 - Wearable computing
 - Рачунарство у облаку
 - Виртуелна стварност и врсте игара применљиве у е-здравству
 - Адаптивност заснована на корисничком моделу
 - Адаптивност заснована на врсти доступних уређаја и сензора
4. Моделирање система за телерехабилитацију у електронском здравству
 - Моделирање архитектуре система
 - Моделирање инфраструктуре система
 - Моделирање сервиса терапије на даљину
 - Моделирање компоненти телерехабилитационог модела
 - Интеграција пословних процеса у телерехабилитацији
5. Имплементација и примена развијеног модела
 - Пројектни захтеви
 - Пројектовање и имплементација решења
 - Анализа постигнутих резултата
6. Научни и стручни доприноси
7. Будућа истраживања
8. Закључак

7. Закључак и предлог

Из изложеног се може закључити да кандидат Сања Вукићевић, дипл. инж. испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању за одобрење израде докторске дисертације под насловом "Модел телерехабилитације заснован на Интернету интелигентних уређаја".

Сања Вукићевић поседује неопходна знања из рачунарске технике и информатике, сензорских мрежа, информационих и комуникационих технологија, као и капацитет да успешно ради на докторској дисертацији.

Тема припада ужој научној области Електронско здравство, мултидисциплинарна је и актуелна. Добијени резултати могу имати широку практичну примену у здравственим системима широм света.

На основу свега наведеног, комисија предлаже Наставно-научном већу да прихвати предложену тему и одобри израду пријављене докторске дисертације.

За ментора докторске дисертације предлаже се др Божидар Раденковић, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Божидар Раденковић, редовни професор,
Факултет организационих наука,
Универзитета у Београду,

др Маријана Деспотовић-Зракић, ванредни професор,
Факултет организационих наука,
Универзитета у Београду,

др Зорица Богдановић, доцент,
Факултет организационих наука,
Универзитета у Београду,

др Александра Лабус, доцент,
Факултет организационих наука,
Универзитета у Београду,

др Милош Жарковић, редовни професор,
Медицински факултет,
Универзитета у Београду,

Београд, 30.10.2015.