

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Факултет организационих наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Игора Бањца за израду докторске дисертације.

Одлуком 05-01 бр. 3/7-5 од 25.01.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Игора Бањца за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Унапређење здравственог система применом *Big data* концепта“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Игор Бањац рођен је у Берлину 25.08.1976. године. Основну школу и Девету београдску гимназију завршио је у Београду. Математички факултет, Универзитета у Београду, уписао је 1995. године, а завршио 2007. године. Исте године уписао је Мастер студије на Математичком факултету, Универзитет у Београду, на студијском програму Професор математике и рачунарства. Завршио је Мастер студије 2010. године одбраном Мастер рада под називом „Заснивање тригонометријски функција“ под менторством проф. др Зорана Каделбурга.

Докторске академске студије на Факултету организационих наука Универзитета у Београду, уписао је 2014. године на студијском програму Информациони системи и квантитативни менаџмент, изборно подручје Операциона истраживања.

Од 2007. године запослен је у Београдској пословној школи – Високој школи струковних студија на позицији стручног сарадника за предмете Математика и Статистика.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Игор Бањац је 2014. године уписао докторске академске студије на Факултету организационих наука, Универзитет у Београду, на студијском програму Информациони системи и квантитативни менаџмент, изборно подручје – Операциона истраживања. Положио је све испите са просечном оценом 9.56 (девет и 56/100).

Називи предмета	Оцена	ЕСПБ
Нелинеарно програмирање	10 (десет)	10
Комбинаторна оптимизација	10 (десет)	10
Вишекритеријумска оптимизација и одлучивање	9 (девет)	10
Нови трендови у операционим истраживањима	9 (девет)	10
Мултиваријациона анализа	10 (десет)	10
Статистика у менаџменту	10 (десет)	10
Менаџмент здравствене аналитике	10 (десет)	10
Маркетинг информациони системи	10 (десет)	10
Е-управа – одабрана поглавља	10 (десет)	10

Кандидат је дана 25.09.2017. године одбранио приступни рад за израду дисертације под називом „Унапређење здравственог система применом *Big data* концепта“.

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

M33: Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. **Banjac, I.**, Vukmirović, D., Jovanović Milenković, M. (2017), *Big data and the R programming language*, proceedings of the 36th International Conference on Organizational Science Development Portorož 2017, pp. 15-29

M63: Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини

1. Jovanović Milenković M., Vukmirović D., **Banjac I.** (2017), *Zdravstvena analitika i primena Big data koncepta u zdravstvenom sistemu*, zbornik radova sa konferencije INFOTEH, XVI međunarodni naučno-stručni simpozijum, Jahorina 2017., str. 571-575. ISBN 978-99976-710-0-4
2. **Banjac, I.**, Jovanović Milenković, M., Vukmirović, D. (2015), *Demografska projekcija stanovništva Republike Srbije*, zbornik radova sa konferencije SYM-OP-IS 2015, XLII Simpozijum o operacionim istraživanjima, Srebrno jezero, str. 579-582.
3. **Banjac, I.** (2014), *Pojam elipse u srednjoškolskoj nastavi matematike*, V Simpozijum – Matematika i primene, Beograd, str. 119-125. ISBN 978-86-7589-104-8

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Игор Бањац је завршио основне и мастер студије на Математичком факултету, Универзитета у Београду. На докторским студијама Факултета организационих наука Универзитета у Београду, положио је свих девет испита предвиђених планом и програмом студија, одбранио је приступни рад и остварио 120 ЕСПБ бодова.

Узимајући у обзир:

- резултате остварене током досадашњег образовања,
- резултате истраживања публиковане у зборницима научних скупова националног и међународног значаја

закључује се да је Игор Бањац у потпуности квалификован и припремљен да тему докторске дисертације самостално истражује и пружи научно-стручне доприносе у тој области.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације је развој модела примене *Big data* у здравственом систему Републике Србије. Централни проблем који се разматра у приступном раду је испитивање могућности примене и интеграције *Big data* технологија и програмског језика *R* у сврху унапређења здравственог стања становништва Републике Србије.

Здравствени системи су одувек генерисали велике количине података. Некада су то биле белешке лекара, симптоми болести и рецепти за лекове, док се данас подаци скупљају на сваком кораку, почев од лабораторијских резултата, медицинских слика, преко биометријских података и виталних параметара који се добијају употребом паметних уређаја (мобилни телефони, сатови, сензори), па све до промене статуса на друштвеним мрежама (Facebook, Twitter) (Raghupathi, Raghupathi, 2014). Самим тим, повећање броја извора који генеришу податке довело је до повећане количине података која се прикупља, тако да она сада расте експоненцијалном брзином (Roski, Bo-Linn, Andrews, 2014).

Податке који се прикупљају, не само у здравственом сектору, већ и у свим осталим сферама, одликује велики обим, велика брзина којом се прикупљају и разноврсност, што је довело до развоја технологија које су у стању да те податке прикупе, складиште, обраде и њима управљају (Zikopoulos, Eaton, deRoos, Deutsch, Lapis, 2012). Различити софтверски оквири који су развијени у ту сврху довели су до тога да *Big data* технологија постане приступачна, односно да нема потребе за великим улагањима у хардвер и софтвер.

Big data приступ је у већини случајева још увек на концептуалном нивоу, док се права имплементација *Big data* тек очекује када се на свим нивоима испуне претпоставке за њихово коришћење.

Појам *Big data* не треба идентификовати само са великим количинама разноврсних података већ и са техникама које се користе у обради тих података и начина доношења закључака и важних пословних одлука на бази тога. Због ове карактеристике чешће се користи појам *Big Data Analytics* или „аналитика великих количина података“, јер је њена сврха да применом напредних технологија и статистичких техника пронађе скривене обрасце у подацима и генерише информације за доношење важних пословних одлука (Russom, 2011).

Примена *Big data* аналитике може унапредити сваки сегмент здравственог система. Подаци могу дати праву слику о одређеној болести и та слика може бити веома значајна свим корисницима који учествују у здравственом систему. Проучавањем података и предиктивним моделирањем лекари могу преписати најбољу терапију својим пацијентима. *Cloud computing* технологија омогућава лекарима да приступе електронским здравственим картонима са било које локације у сваком моменту. Такође, примена *Big data* решења може довести до значајног смањења трошкова.

Рачунарско програмирање је и даље у средишту вештина неопходних за креирање алгоритама који могу да обраде било које структуриране или неструктуриране податке у реалном времену који се поставе пред њих. Да би на прави начин разумели концепт *Big data*, неопходно је бити програмерски полиглота. Иако се велики скупови података састоје из много различитих слојева и нијанси, одређени програмски језици су бољи у одређеним задацима од других. Прави језик се бира у складу са ефикасношћу његових функционалних решења за одређене задатке.

Програм *R* је *open source* програмски језик и окружење за манипулацију подацима, израчунавања, симулацију, машинско учење и графичко представљање. Обједињује векторско, објектно-оријентисано, функционално, процедурално и рефлексивно програмирање. Такође представља и скриптни и интерпретирани језик који омогућава гранање, петље и модулarno програмирање применом функција.

Програм *R* је и векторски програмски језик, што је јединствена карактеристика која га издваја у односу на већину других језика. Омогућава примену функција на вектор у једној операцији, без потребе за експлицитном петљом. Из тог разлога се сложене операције могу изводити на великим скуповима вредности једном командом. Генерално гледано, *R* повезује атрибуте са свим структурама података, тако да свака функција, листа или вектор имају скривену мапу која повезује симболе са вредностима (Matloff, 2011).

Упркос споријем старту, *Big data* концепт мења систем здравствене заштите каквог познајемо. У поређењу са другим секторима као што су трговински или банкарски, учесници у здравственом систему спорије прихватају све предности које *Big data* може да понуди. Могући разлог може бити склоност лекара да се радије ослоне на своју професионалну процену него на неке друге податке. Међутим, услед константног прилива примера како *Big data* може унапредити квалитет здравствене заштите, створити нове вредности и ескалације трошкова, учесници у здравственом сектору полако почињу да увиђају неискоришћени потенцијал примене *Big data* (Krumholz, 2014).

Нажалост, нагласак је и даље на неискоришћености *Big data* потенцијала. Иако се технологија брзо развија и напредује, у пракси је само 3% корисних података означено, а још мање анализирано. И то није само питање семантике и интероперабилности података, већ и питање разумевања који скуп методологија, вештина, регулаторних и организационих промена су неопходни за примену и извлачења максимума из примене *Big data* концепта. Коришћење ове јединствене прилике захтева стратегију где информационе технологије даје техничке могућности, али где нове процесе и организационе аспекте воде руководиоци који постављају свеобухватне циљеве. Таква стратегија мора бити развијена корак по корак како би што пре била интегрисана у стратегију примене информационо комуникационе технологије у здравственом систему (Piai, Claps, 2013).

Примарни циљ докторске дисертације јесте дефинисање модела примене *Big data* концепта у здравственом систему Републике Србије ради унапређења ефикасности и ефективности. Најважнији циљеви који се постижу имплементацијом модела су: унапређење система превенције, унапређење процеса лечења, побољшање здравственог стања становништва, смањење трошкова, повећање задовољства корисника здравствених услуга.

2.1.Списак изабраних референци

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

1. Aldridge D. Project Red and Asthmapolis. Computers, Informatics, Nursing, 2011, vol. 29, issue 10, 542-543.
2. Allaudeen N., Schnipper J.L., Orav E.J., Wachter R.M., Vidyarthi A.R. Inability of Providers to Predict Unplanned Readmissions. Journal of General Internal Medicine, 2011, vol. 26, issue, 7, 771-776.
3. Andreu-Perez J., Poon C.C.Z., Merrifield R.D., Wong S.T.C., Yang G.Z. (2015). Big Data for Health. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 19, no. 4. 1193-1208

4. Armbrust M., Fox A., Griffith R., Joseph A.D., Katz R., Konwinski A., Lee G., Patterson D., Rabkin A., Stoica I., Zaharia M. Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing. Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley, 2009.
5. Armbrust M., Fox A., Griffith R., Joseph A.D., Katz R.H., Konwinski A., Lee G., Patterson D.A., Rabkin A., Stoica I., Zaharia M. (2009). Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing. Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley, Technical Report No. UCB/EECS-2009-28.
6. Ash J.S., Berg M., Coiera E. (2007). Some Unintended Consequences of Information Technology in Health Care: The Nature of Patient Care Information System-related Errors. *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 11, no. 2. 104-112
7. Austin C., Kusumoto F. (2016). The application of Big Data in medicine: current implications and future directions. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*, vol. 47, no. 1. 51-59
8. Banjac I., Vukmirović D., Jovanović Milenković M. Big Data and the R programming language. 36th International Conference on Organizational Science Development: Responsible Organization (March 22–24, 2017, Portorož, Slovenia) (Conference Proceedings) 15 – 29.
9. Barnett S.B.L., Nurmagambetov T.A. Costs of asthma in the United States: 2002-2007. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2011, vol. 127, issue 1, 145-152.
10. Barret M.A., Humblet O., Hiatt R.A., Adler N.E. (2013). Big data and disease prevention: From quantified self to quantified communities. *Mary Ann Liebert, Inc.* vol. 1, no. 3. 168-175
11. Baru C., Bhandarkar M., Nambiar R., Poess M., Tilmann R. (2013). Benchmarking Big Data Systems and the Big Data Top100 list. *Big Data*, vol.1, no.1. 60-64
12. Belle A., Thiagarajan R., Soroushmehr S.M.R., Navidi F. , Beard D.A., Najarian K. (2015). Big Data Analytics in healthcare. *BioMed Research International*, vol. 2015, Article ID 370194
13. Bian J., Topaloglu U., Yu F. (2012). Towards large-scale twitter mining for drug-related adverse events. *Proceedings of the 2012 international workshop on Smart health and wellbeing*. 25-32
14. Bizer C., Boncz P., Brodie M.L., Erling O. (2011). The meaningful use of big data: four perspectives – four challenges. *ACM SIGMOD Record*, vol. 40, no. 4. 56-60
15. Borthakur D., Muthukkaruppan K., Ranganathan K., Rash S., Sarma J.S., Spiegelber N., Molkov D., Schmidt R., Grey J., Kuang H., Menon A., Aiyer A. Apache Hadoop Goes Realtime at Facebook. *Proceedings of the 2011 ACM SIGMOD International Conference on Management of data*, 1071-1080
16. Boyd D., Crawford K. (2012). Critical questions for big data: Provocations for a cultural, technological and scholarly phenomenon. *Information, Communication & Society*, vol. 15, no. 5. 662-679
17. Brown B., Chui M., Manyika J. (2011). Are you ready for the era of ‘big data’? McKinsey Global Institute.

18. Bryant R.E., Katz R.H., Lazowska E.D. (2008). Big-Data Computing: Creating revolutionary breakthroughs in commerce, science and society. Computing Community Consortium.
19. Brynjolfsson E., Hitt L.M., Kim H.H. (2011). Strength in Numbers: How Does Data-Driven Decisionmaking Affect Firm Performance? Social Science Research Network.
20. Chang F., Dean J., Ghemawat S., Hsieh W.C., Wallach D.A., Burrows M., Chandra T., Fikes A., Gruber R.E. Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data. Proceedings of the 7th Symposium on Operating Systems Design and Implementation (2006)
21. Charles D., Gabriel M., Searcy T. (2015). Adoption of Electronic Health Record Systems among U.S. Non-Federal Acute Care Hospitals: 2008 – 2014. The Office of the National Coordinator for Health Information Technology, ONS Data Brief, No. 23.
22. Chawla N.V., Davis D.A. (2013). Bringing Big Data to Personalized Healthcare: A Patient-Centered Framework. Journal of General Internal Medicine, vol. 28, no. 3. 660-665
23. Chen C., Garrido T., Chock D., Okawa G., Liang L. The Kaiser Permanente Electronic Health Record: Transforming And Streamlining Modalities Of Care. Health Affairs, vol. 28, no. 2, 2009. 323-333.
24. Chen M., Mao S., Liu Y. (2014). Big Data: A Survey. Mobile Networks and Applications, vol. 19, no. 2. 171-209
25. Chida K., Morohashi G., Fuji H., Magata F., Fujimura A., Hamada K., Ikarashi D., Yamamoto R. (2014). Implementation and evaluation of an efficient secure computation system using ‘R’ for healthcare statistics. Journal of the American Medical Informatics Association, 21(2), 326-331
26. Choudhury S., Fishman J.R., McGowan M.L., Juengst E.T. Big data, open science and the brain: lessons learned from genomics. Frontiers in Human Neuroscience, vol. 8, 2014.
27. Chui M., Loffler M., Roberts R. The internet of Things. McKinsey Quarterly 2010 no 2.
28. Cohen J., Dolan B., Dunlap M., Hellerstein J.M., Welton C. (2009). MAD skills: new analysis for big data. Proceedings of the VLDB Endowment, vol. 2, no. 2. 1481-1492
29. Cox M., Ellsworth D. (1997). Application-controlled demand paging for out-of-core visualization. VIS '97 Proceedings of the 8th Conference on Visualization '97, Phoenix, Arizona, USA – October 18 – 24, 1997. 235-ff
30. Dasu T., Johnson T. Exploratory Data Mining and Data Cleaning. John Wiley & Sons, 2013.
31. Data-driven healthcare organizations use big data for big gains. IBM White paper, IBM Corporation, Software Group, 2013. http://www-03.ibm.com/industries/ca/en/healthcare/documents/Data_driven_healthcare_organizations_use_big_data_analytics_for_big_gains.pdf страница посеђена 17.7.2017.
32. Dean J., Ghemawat S. MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters. Communications of the ACM, 2008, vol. 51, no. 1, 107-113
33. deJonge E., van der Loo M. (2013). An introduction to data cleaning with R. Statistics Netherlands, The Hague/Heerlen 2013.

34. Digest of Papers, the Gap Between MSS Products and User Requirements: Fourth IEEE Symposium on Mass Storage Systems, April 15-17, 1980, Regency Hotel, Denver, Colorado. IEEE, 1980.
35. Dinh H.T., Lee C., Niyato D., Wang P. (2011). A survey of mobile cloud computing: architecture, applications and approaches. *Wireless Communications and Mobile Computing*, vol. 13, no. 18. 1587-1611
36. Directive 95/46/EC of The European Parliament And The Council, Official Journal of the European Communities No. L 281/31, 23.11.1995.
37. Dolan P.L. Laws Bolster Penalties for Privacy Breaches in California. *American Medical News*, 2008.
38. Dubner S. Hal Varian answers your questions, February 2008
39. Dunlay S.M., Alexander K.P., Melloni C. Medical Records and Quality in Acute Coronary Syndromes: Results From Crusade. *Archives of Internal Medicine*, 168(15), 1692-1698.
40. Dunlop L. Electronic Health Records: Interoperability Challenges Patients' Right to Privacy. 3 *Shidler J. L. Com. & Tech.* 16, 2007.
41. Fallik D. For Big Data, Big Questions Remain. *Health Affairs* 2014, vol. 33, no. 7, 1111-1114
42. Feldman B., Martin E.M., Skotnes T. (2012). Big Data in Healthcare – Hype and Hope. Dr. Bonnie 360. https://www.ghdonline.org/uploads/big-data-in-healthcare_B_Kaplan_2012.pdf
43. Fihn S.D., Francis J., Clancy C., Nielson C., Nelson K., Rumsfeld J., Cullen T., Bates J., Graham G.L. Insights From Advanced Analytics At The Veterans Health Administration. *Health Affairs*, vol. 33, no. 7, 2014, 1203-1211.
44. Frisch P. What Is an Intelligent Hospital? A place where technology and design converge to enhance patient care. *IEEE Pulse*, vol. 5, issue 6, 2014, 10-15.
45. Furht B. *Cloud Computing Fundamentals. Handbook of Cloud Computing.* Springer 2010.
46. Gantz J., Reinsel D. (2010). The Digital Universe Decade – Are You Ready? EMC Corporation. Pristupljeno 14.12.2016. <https://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-digital-universe-are-you-ready.pdf>
47. Gantz J., Reinsel D. (2012). THE DIGITAL UNIVERSE IN 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East. EMC Corporation. Pristupljeno 14.12.2016. <https://www.emc-technology.com/collateral/analyst-reports/idc-the-digital-universe-in-2020.pdf>
48. Groves P., Kayyali B., Knott D., Kuiken S.V. (2013). The 'big data' revolution in healthcare. McKinsey Global Institute.
49. Gutierrez D. Inside BIGDATA Guide to Healthcare & Life Sciences. White Paper. insideBIGDATA, 2016.
50. Hashem I.A.T., Yaqoob I., Anuar N.B., Mokhtar S., Gani A., Khan S.U. The rise of "big data" on cloud computing: Review and open research issue. *Information Systems* 2015, vol. 47, 98-115

51. Hey T., Tansley S., Tolle K. The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery. Microsoft Research 2009
52. HG Legal Resources. Data protection law. <https://www.hg.org/data-protection.html>, страница посећена 4.7.2017.
53. Hoffman S., Podgurski A. The Use and Misuse of Biomedical Data: Is Bigger Really Better? *American Journal of Law & Medicine* 2013, vol. 39, issue 4, 497-538.
54. Holmes A. Hadoop in practice. Manning Publications Co. 2012.
55. Jagadish H.V., Gehrke J., Labrinidis A., Papakonstantinou Y., Patel J.M., Ramakrishnan R., Shahabi C. Big Data and Its Technical Challenges. *Communications of the ACM*, vol. 57, issue 7, July 2014. 86-94
56. Jahchan N.S., Dudley J.T., Mazur P.K., Flores N., Yang D., Palmerton A., Zmoos A.F., Vaka D., Tran K.Q.T., Zhou M., Krasinska K., Riess J.W., Neal J.W., Khatri P., Park K.S., Butte A.J., Sage J. A Drug Repositioning Approach Identifies Trycyclic Antidepressants as inhibitors of Small Cell Lung Cancer and Other Neuroendocrine Tumors. *Cancer Discovery*, 2013, vol. 3. 1364-1377.
57. Jha A.K., DesRoches C.M., Campbell E.G., Donelan K., Rao S.R., Ferris T.G., Shields A., Rosenbaum S, Blumenthal D. Use of Electronic Health Records in U.S. Hospitals. *The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE*, 2009. 1628-1638.
58. Jin H., Ibrahim S., Bell T., Gao W., Huang D., Wu S. Cloud Types and services. *Handbook of Cloud Computing*. Springer 2010.
59. Jovanović Milenković M. (2011). Elektronski zdravstveni sistem i metode unapređenja zdravstvenog stanja stanovništva u Republici Srbiji. Doktorska disertacija, Fakultet Organizacionih Nauka, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
60. Jovanović Milenković M., Milenković D., Radojičić Z., Vukmirović D. (2010). Primena web i SMS tehnologija u zdravstvu. Simpozijum o operacionim istraživanjima SYM-OP-IS 2010.
61. Jovanović Milenković M., Milenković D., Vukmirović D., Radojičić Z. Telemedicina - osnovni principi i performanse. Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2016.
62. Jovanović Milenković M., Vukmirović D., Banjac I. Zdravstvena analitika i primena Big Data koncepta u zdravstvenom sistemu. *INFOTEH - JAHORINA*, 2017, vol. 16.
63. Just how does Facebook store billions of photos? <https://news.usc.edu/88075/how-does-facebook-store-billions-of-photos> страница посећена 5.7.2017.
64. Kaisler S., Armour F., Espinosa J.A., Money W. (2013). Big Data: Issues and Challenges Moving Forward. 46th Hawaii International Conference on System Sciences. 995-1004
65. Kankanhalli A., Hahn J., Tan S., Gao G. Big data and analytics in healthcare: Introduction to the special section. *Information Systems Frontiers*, vol. 18, issue 2, 233-235
66. Katal A., Wazid M., Goudar R.H. (2013). Big data: issues, challenges, tools and good practices. Sixth IEEE International Conference on Contemporary Computing (IC3), 404-409
67. Kayyali B., Knott D., Kuiken S.V. (2013). US health care: Accelerating value and innovation. McKinsey Global Institute.

68. Khan K.M., Malluhi Q. (2010). Establishing Trust in Cloud Computing. *IT Professional*, vol. 12, no. 5. 20-27
69. Khan N., Yaqoob I., Hashem I.A.T., Inayat Z., Ali W.K.M., Alam M., Shiraz M., Gani A. Big Data: Survey, Technologies, Opportunities, and Challenges. *The Scientific World Journal*, vol. 2014.
70. Khoury M.J., Ioannidis J.P.A. (2014). Big data meets public health. *Science*, American Association for the Advancement of Science, vol. 346, 1054-1055
71. Kierkegaard P. (2011). Electronic health record: Writing Europe's healthcare. *Computer Law & Security Review*, vol. 27, issue 5, 503-515
72. Koh H.C., Tan G. Data mining applications in healthcare. *The Journal of Healthcare Information Management*, vol 19, No. 2. 64-72
73. Krumholz H.M. Big Data And New Knowledge In Medicine: The Thinking, Training, And Tools Needed For A Learning Health System. *Health Affairs*, vol. 33, no. 7, 1163-1170
74. Labrinidis A., Jagadish H.V. Challenges and Opportunities with Big Data. *Proceedings of the VLDB Endowment*, vol. 5, no. 12. 2032-2033
75. Larson E.B. (2013). Building Trust in the Power of "Big Data" - Research to Serve the Public Good. *American Medical Association*, vol. 19, no. 23. 2443-2444
76. Lazarević I. Big data u farmaciji i medicini. *BB Informator*, Jul 2015, 38-42.
77. Li L., Cheng W.Y., Glicksberg B.S., Gottesman O., Tamler R., Chen R., Bottinger E.P., Dudley J.T. (2015). Identification of type 2 diabetes subgroups through topological analysis of patient similarity. *Science Translational Medicine*, vol. 7, issue 311.
78. Lovis C., Gamzu R. (2015). Big Data in Israeli healthcare: hopes and challenges report of an international workshop. *Israel Journal of Health Policy Research*, vol. 46. 61
79. Lutz M. *Programming Python: Powerful Object-Oriented Programming*. O'Reilly Media, Inc. 2011.
80. Lyman P., Varian H.R. *How Much Information Is There In The World?* 1997
81. Mansuri I.R., Sarawagi S. Integrating unstructured data into relational databases. *Proceedings of the 22nd International Conference on Data Engineering* (2006)
82. Manyika J., Chui M., Brown B., Bughin J., Dobbs R., Roxburgh C., Byers A.H. (2011). Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. *McKinsey Global Institute*.
83. Marconi K., Dobra M., Thompson C. *The Use of Big Data in Healthcare*. Big Data and Business Analytics. CRC Press, 2013.
84. Marx V. (2013). The big challenges of big data. *Nature*, vol. 498. 255-260
85. Matloff N. *The Art of R Programming: A Tour of Statistical Software Design*. No Starch Press, 2011.
86. Mayer-Schönberger V., Cukier K. (2013). *Big Data: A revolution that will transform how we live, work and think*. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.
87. McAfee A., Brynjolfsson E. (2012). *Big Data: The Management Revolution*. *Harvard Business Review*, October 2012 issue.

88. Milenković Jovanović M., Radojičić Z., Milenković D., Vukmirović D. Applying electronic documents in development of the healthcare information system in the Republic of Serbia. *Computer Science and Information Systems*, vol. 6, no. 2. 112-126
89. Morris R.J.T., Truskowski B.J. (2003). The evolution of storage systems. *IBM Systems Journal*, vol. 42, issue 2. 205-217
90. Murdoch T.B., Detsky A.S. (2013). The Inevitable Application of Big Data to Health Care. *American Medical Association*, vol. 309, no. 13. 1351-1352
91. National Science Foundation. (2005). Long-lived Digital Data Collections: Enabling Research and Education in the 21st century. <https://www.nsf.gov/pubs/2005/nsb0540/nsb0540.pdf> страница посећена 6.7.2017.
92. Nkosi M.T., Merkuria F.. Cloud Computing for Enhanced Mobile Health Applications. *IEEE Second International Conference on Cloud Computing Technology and Science*, 2010, 629-633
93. Odersky M., Spoon L., Venners B. *Programming in Scala*. Aritma Press 2008.
94. Oussous A., Benjelloun F.Z., Lahcen A.A., Belkfihi s. Big Data Technologies: A Survey. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences* (2017)
95. Patel A.B., Birla M., Nair U. Addressing Big Data Problem Using Hadoop and Map Reduce. 2012 Nirma University International Conference on Engineering
96. Patel V., Henry J.W., Pylypchuk Y., Searcy T. Interoperability among U.S. Non-federal Acute Care Hospitals in 2015. *ONC Data Brief*, no. 36, 2016.
97. Piai S., Claps M. (2013). Bigger Data for Better Healthcare. White paper by the IDC Health Insights, September 2013.
98. Popović M. (2016). Analiza Twitter podataka i mogućnost primene u edukaciji, doktorska disertacija, Univerzitet Singidunum, Beograd.
99. Press G. A Very Short History Of Big Data, <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/09/a-very-short-history-of-big-data>, страница посећена 4.7.2017
100. Provost F., Fawcett T. (2013). Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making. *Mary Ann Liebert, Inc.* vol. 1, no. 1. 51-59
101. Qin X., Wang H., Li F., Zhou B., Cao Y., Li C., Chen H., Zhou X., Du X., Wang S. Beyond Simple Integration of RDBMS and MapReduce – Paving the Way toward a Unified System for Big Data Analytics: Vision and Progress. *Second International Conference on Cloud and Green Computing*, 2012. 712-725
102. Raghupathi R., Raghupathi V. (2014). Big data analytics in healthcare: promise and potential. *Health Information Science and Systems* 2014, vol. 2, no. 3.
103. Raghupathi W., Raghupathi V. (2013). An Overview of Health Analytics. *Journal of Health & Medical Informatics*, vol. 4, no. 3.
104. Rahman F., Slepian M.J. Application of Big Data in Healthcare Analytics – Prospects and challenges. 2016 *IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics*. 13-16.
105. Regulation (EU) 2016/679 Of The European Parliament And Of The Council, *Official Journal of the European Union* L 119/1, 4.5.2016.

106. Rider F. The scholar and the future of the research library, a problem and its solution. Hadham press, 1944.
107. Rolim C.O., Koch F.L., Westphall C.B., Werner J., Fracalossi A., Salvador G.S. (2010). A Cloud Computing Solution for Patient's Data Collection in Health Care Institutions. Second International Conference on eHealth, Telemedicine and Social Medicine. 95-99
108. Roski J., Bo-Linn G.W., Andrews T.A. (2014). Creating Value In Health Care Through Big Data: Opportunities And Policy Implications. Health Affairs, vol. 33, no. 7. 1115-1122
109. Ross M.K., Wei W., Ohno-Machado L. (2014). Big Data and the Electronic Health Record. Yearbook of Medical Informatics, 9(1), 97-104.
110. Russom P. Big data analytics (2011). TDWI Best Practices Report, Fourth Quarter, 2011.
111. Sagioglu S., Sinanc D. (2013). Big Data: A Review. 2013 IEEE International Conference on Collaboration Technologies and Systems, 42-47
112. Schneeweiss S. Learning from Big Health Care Data. The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE, 2014, vol. 370, 2161-2163
113. Shvachko K., Kuang H., Radia S., Chancler R. The Hadoop Distributed File System. 26th Symposium on Mass Storage Systems and Technologies, 2010
114. Siau K. (2003). Health Care Informatics. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 7, no. 1. 1-7
115. Sledge G.W., Hudis C.A., Swain S.M., Yu P.M., Mann J.T., Hauser R.S., Lichter A.S. (2013). ASCO's Approach to a Learning Health Care System in Oncology. Journal of Oncology Practice, vol. 9, no. 3. 145-148
116. Srinivas K., Rani B.K., Govrdhan A. (2010). Applications of Data Mining Techniques in Healthcare and Prediction of Heart Attacks. International Journal on Computer Science and Engineering, vol. 02, no. 02. 250-255
117. Srinivasan U., Arunasalam B. (2013). Leveraging Big Data Analytics to Reduce Healthcare Costs. IT Professional, vol. 15, no. 6. 21-28
118. Steinbrook R. (2008). Personally Controlled Online Health Data – The Next Big Thing in Medical Care? The New England Journal of Medicine, vol. 358, no. 16. 1653-1656
119. Suresh S. (2016). Big Data and Predictive Analytics: Applications in the Care of Children. Pediatric Clinics of North America, vol. 63, no. 2. 357-366
120. The National Archives. Data Protection Act 1988. <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1998/29/contents>, страница посеђена 1.7.2017.
121. The Privacy Act of 1974 (Pub.L. 93–579, 88 Stat. 1896, enacted December 31, 1974, 5 U.S.C. § 552a)
122. Viceconti M., Hunter P., Hose R. (2015). Big data, big knowledge: big data for personalised healthcare. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 19, no. 4. 1209-1215
123. Vukmirović D., Vukmirović J., Jovanović Milenković J., Vukmirović A. (2016), Big Data and marketing research. 35th International Conference on Organizational Science Development.

124. Waller M.A., Fawcett S.E. (2013). Data Science, Predictive Analytics, and Big Data: A Revolution That Will Transform Supply Chain Design and Management. *Journal of Business Logistics*, vol. 34, no. 2. 77-84
125. Wang Y., Hajli N. (2016). Exploring the path to big data analytics success in healthcare. *Journal of Business Research*, vol. 70. 287-299
126. Wang Y., Kung L., Byrd T.A. (2016). Big data analytics: Understanding its capabilities and potential benefits for healthcare organizations. *Technological Forecasting & Social Change*.
127. Weil A.R. (2014). Big Data In Health: A New Era For Research And Patient Care. *Health Affairs*, vol. 33, no. 7. 1110
128. White T. Hadoop: The Definitive Guide. O'Reilly Media, Inc. 2009.
129. Wickham H. (2009). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer.
130. Wickham H. (2015). *Advanced R*. CRC Press.
131. Wickham H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer, 2015.
132. Wickham H. (2014), Tidy Data. *Journal of Statistical Software*, vol. 59, no. 10.
133. Xian Y., Hammill B.G., Curtis L.H. (2013). Data Sources for Heart Failure Comparative Effectiveness Research. *Heart Failure Clinics*, 9(1), 1-9.
134. Z. Obermeyer, E.J. Emanuel. (2016). Predicting the Future – Big Data, Machine Learning, and Clinical Medicine. *The New England Journal of Medicine*, vol. 375, no. 13. 1216-1219
135. Zhou M., Zhang R., Xie W., Qian W., Zhou A. (2010). Security and Privacy in Cloud Computing: A Survey. 2010 Sixth International Conference on Semantics, Knowledge and Grids. 105-112
136. Zikopoulos P.C., Eaton C., deRoos D., Deutsch T., Lapis G. (2012). Understanding Big Data – Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data. The McGraw-Hill Companies.
137. Zillner S., Neururer S. (2015). Technology Roadmap Development for Big Data Healthcare Applications. *Künstliche Intelligenz*, vol. 29, no. 2. 131-141

3. Полазне хипотезе

На основу анализе доступне литературе и постављеног предмета и циља истраживања може се поставити општа хипотеза, као и посебне хипотезе докторске дисертације, које ће у раду бити потврђене или оповргнуте. У будућој докторској дисертацији разматраће се неколико хипотеза. **Основна хипотеза** која ће бити тестирана гласи:

Н: Развој модела примене *Big data* у здравственом систему Републике Србије унапредиће квалитет, ефективности и ефикасност здравствене заштите.

На основу дефинисаног предмета истраживања и основне хипотезе у раду може се издвојити неколико посебних хипотеза:

- H₁. Примена *Big data* концепта доприноси унапређењу знања здравствених радника што доводи до квалитетније здравствене заштите.
- H₂. Применом *Big data* концепта унапређују се пословни процеси између свих директних и индиректних учесника у здравственом систему.

На основу изведених посебних хипотеза, могу се формулисати посебни појединачни елементи истраживања који доприносе наведеним хипотезама:

- H_{1.1}. Примена модела унапређује систем превентивне заштите услед широке доступности свежих података који могу бити од утицаја на доношење и спровођење превентивних мера.
- H_{1.2}. Примена *Big data* концепта доприноси доношењу ефектних и ефикасних одлука што доводи до унапређења процеса лечења.
- H_{1.3}. Примена овог модела доводи до пораста задовољства и поверења корисника здравствених услуга, пре свега здравије нације.
- H_{2.1}. Развој модела *Big data* у здравственом систему Републике Србије доводи до смањења укупних трошкова у здравству.
- H_{2.2}. Унапређује се комуникација између здравственог система и других учесника.
- H_{2.3}. Примена *Big data* концепта доприноси развоју методологије статистичких и административних података у здравству, у погледу дефинисања одговарајућих регистара.

4. Научне методе истраживања

Да би се успешно реализовала идеја истраживања и потврдиле (или оповргле) постављене хипотезе, у раду ће бити коришћен основни метод истраживања који се базира на прикупљању, анализи и класификацији постојеће литературе и теоријских и експерименталних резултата.

Методом анализе развијаће се теоријске основе *Big data* и програмског језика *R*. Моделирање ће се користити приликом израде модела за примену *Big data* концепта у здравству. Аналитичко-дедуктивне методе користиће се за анализу података о постојећим моделима примене *Big data* у здравству, док ће се за анализу добијених резултата користити одговарајуће статистичке методе.

У експерименталном делу рада ће бити извршена евалуација развијеног модела за примену *Big data* у здравственом систему Републике Србије. Добијени резултати треба да потврде главну хипотезу дисертације.

Резултати истраживања биће приказани текстуално, описно и кроз више дијаграма, слика и табела са упоредним резултатима. Истраживање ће бити мултидисциплинарно

и обухватиће области статистике, информационо-комуникационих технологија, медицине и друге.

5. Очекивани научни допринос

У приступном раду су анализирани главне предности и мане примене *Big data* алата у здравству и дате су основне одреднице и делови архитектуре будућег модела. Дефинисани су кључни појмови: *Big data*, *Cloud computing*, *open source* програмски језици.

Допринос који се жели остварити овом докторском дисертацијом се огледа у систематизацији постојећег знања у наведеној области и дефинисању оригиналног методолошког оквира који се базира на унапређењу квалитета, ефективног и ефикасног пружања здравствене заштите, а који ће бити потврђен кроз тестирање на реалним примерима. Најзначајнији допринос ове дисертације биће развој модела за примену *Big data* концепта у здравственом систему.

Очекивани научни доприноси резултата планираног истраживања огледа се у следећем:

- развијени модел ће омогућити унапређење постојећег здравственог система,
- описаће се формални опис модела применом *Big data* концепта,
- систематизација знања до којих ће се доћи развојем модела *Big data* у здравственом систему,
- афирмација области примене *Big data* технологија у здравственом систему услед недовољне заступљености.

Очекивани стручни доприноси резултата планираног истраживања огледају се у следећем:

- развоју методологије и стандарда за примену *Big data*,
- прегледу и анализи технологија потребних за имплементацију модела *Big data* у здравственом систему,
- развоју систематичног приступа коришћења *Big data* концепта у здравству.
- примени модела и интерпретацији резултата, као и закључивању о уоченим законитостима и генерисању препорука за потенцијална даља истраживања у предметној области.

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 и анализа постојећег стања и досадашњих резултата у примени <i>Big data</i> у здравственом систему	- Претраживање научне и стручне литературе - Претраживање база података и Интернет ресурса - Студије случаја
2.	Развој модела	- Систематизација и анализа примене <i>Big data</i> у здравству - Одабир <i>Cloud Computing</i> оквира који ће бити коришћен у моделу на основу њихових карактеристика - Систематизација и анализа примене програмског језика <i>R</i> у здравству - Интеграција са сервисима електронског здравства	- Претраживање научне и стручне литературе - Претраживање Интернет ресурса - Студије случаја - Методе пројектовања
3.	Развој методологије	- Планирање - Пословна анализа (дефинисање захтева, анализа података) - Пројектовање - Имплементација - Унапређење	- Методе пројектовања - Аналитичко-дедуктивна метода - Стандардне статистичке методе
4.	Постављање софтверске инфраструктуре	- Конфигурисање инфраструктуре за примену <i>Big data</i> и програмског језика <i>R</i> - Интеграција са сервисима електронског здравства	- Програмски језик <i>R</i> - <i>IDE R studio</i> - <i>CRAN</i>
5.	Примена модела	- Тестирање и имплементација развијене методологије и модела - Анализа резултата примене	- Верификација и валидација - Статистичке методе
6.	Закључак	- Анализа предложеног решења - Предлог будућег истраживања	- Анализа - Синтеза

ФАЗА	МЕСЕЦ											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												

Оквирно, структуру докторске дисертације би сачињавала следећа поглавља:

1. Увод

1.1. Предмет и циљ истраживања

- 1.2. Полазне хипотезе докторске дисертације
- 1.3. Структура докторске дисертације
- 2. *Big data***
 - 2.1. Историјат и дефиниције
 - 2.2. Карактеристике *Big data*
 - 2.3. Предности и недостаци *Big data*
 - 2.4. Правна регулатива у развијеним земљама и Србији
 - 2.5. *Big data* иницијативе у САД, УК и Србији
 - 2.6. Наука о подацима
- 3. *Big data* технологије и алати**
 - 3.1. *Big Table*
 - 3.2. *MapReduce*
 - 3.3. *Hadoop*
 - 3.4. *Cloud computing*
 - 3.5. Програмски језици отвореног кода
- 4. Потенцијал примене *Big data* концепта у здравственом систему**
 - 4.1. Карактеристике примене концепта *Big data* у здравственом систему
 - 4.2. Изазови
 - 4.2.1. Примери откривања података
 - 4.2.2. Интегритет података
 - 4.2.3. Интероперабилност
 - 4.2.4. Радна снага
- 5. Примена концепта *Big data* у здравству**
 - 5.1. Архитектура *Big data* аналитике у здравству
 - 5.2. Примери успешне примене концепта *Big data* у здравственом систему
- 6. Студија случаја**
 - 6.1. Анализа података
 - 6.2. Резултати истраживања
- 7. Закључак**
 - 7.1. Научни и стручни допринос
 - 7.2. Правци будућих истраживања

Литература

7. Закључак и предлог

Из изложеног се може закључити да кандидат Игор Бањац испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању за одобрење израде докторске дисертације под насловом „Унапређење здравственог система применом *Big data* концепта“.

Предложена тема спада у научна подручја која се развијају на Факултету организационих наука Универзитета у Београду. Тема докторске дисертације по предмету истраживања, садржају и очекиваним доприносима представља значајно

подручје истраживања, како са теоријског, тако и са аспекта примене у пракси, у области Техничких наука. Тема има мултидисциплинарни карактер јер обједињује појаве из домена информационо-комуникационих технологија, медицинских наука и статистике. Добијени резултати допринеће унапређењу здравственог система Републике Србије кроз унапређење система превенције и процеса лечења, побољшање здравственог стања становништва и смањење трошкова.

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 Драган Вукмировић, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитета у Београду, а за коментора др Марина Јовановић Миленковић, доцент Факултета организационих наука, Универзитета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Драган Вукмировић, редовни професор
Факултета организационих наука, Универзитета у Београду

др Марина Јовановић Миленковић, доцент
Факултета организационих наука, Универзитета у Београду

др Зоран Радојичић, редовни професор
Факултета организационих наука, Универзитета у Београду

др Александар Ђоковић, доцент
Факултета организационих наука, Универзитета у Београду

др Милош Жарковић, редовни професор
Медицинског факултета, Универзитета у Београду