

Наставно – научном већу
Факултет организационих наука
Универзитет у Београду

Предмет: Подобност теме и кандидата Далиборке Мачинковић за израду докторске дисертације

Одлуком наставно – научног већа Факултета организационих наука 05-01 бр. 3/110-2 од 22. 9. 2021. године, именовали смо чланове Комисије за оцену теме и подобности кандидата **Далиборке Мачинковић** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Систематска редукција девијација интероперабилности у пословном екосистему на принципима каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима“**.

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Далиборака Мачинковић (Бабић) рођена је 16.4.1971. године у Српцу, Босна и Херцеговина. Основну школу завршава као носилац "Вукове" дипломе (Митар Трифуновић-Учо) у Српцу. Математичко-физичко-рачунарску гимназију завршава у Српцу 1990. године одличним успехом са називом образовног профила - програмер. У Београду уписује Вишу пословну школу, одсек Информатика и у јуну 1992. године стиче звање инжењера информатике. На Високошколској установи Бања Лука College, смер Рачунарство и информатика завршава академске студије 2009. године са звањем дипломираног информатичара за информационе технологије. На истој високошколској установи, смер Информационе технологије и менаџмент информационих система, 2011. године стиче звање дипломирани информатичар за информационе технологије и менаџмент информационих система. На Факултету организационих наука у Београду, 2012. године завршава мастер академске студије другог степена на студијском програму Информациони системи и технологије са просечном оценом 9,43 и стиче академско звање мастер инжењер организационих наука. На Факултету организационих наука, 2013. године завршава специјалистичке студије у области Информационих система са звањем специјалиста инжењер организационих наука. На Факултету организационих

наука, 2014. године уписује докторске студије трећег степена на студијском подручју Информациони системи и квантитативни менаџмент, изборно подручје Информациони системи, и као студент докторских судија положила је све испите.

Поред континуитета у формалном образовању у области информационих технологија, кандидаткиња има 16 година искуства у раду у области примене информационих технологија. Поседује дугогодишње искуство у развоју и одржавању комплексног информационог система јавне управе и здравствених система, са великим бројем корисника система, и искуство на имплементацији интеграције информационих система. Тренутно је запослена у Фонду здравственог осигурања Републике Српске, Сектор за информационе технологије, као Виши стручни сарадник - систем аналитичар. Искуство у примени информационих технологија је стицала радећи и у приватном сектору у компанијама које се баве информационим технологијама.

Далиборка је учесник у многим пројектима у области примене информационих технологија у системима јавне управе и здравственим системима:

- Пројекат ЕЛМО (USAID 2010): изградња интегрисаног информационог система ЈСНД ПУРС (Институције Републике Српске: Фонд за пензијско и инвалидско осигурање РС, Фонд за дјечију заштиту РС, Пореска управа РС, Фонд здравственог осигурања РС(ФЗО), Завод за запошљавање РС), 2010.
- Пројекат унапређења Пословног информационог система ФЗО РС, 2012.
- Пројекти парцијалних интеграција система здравствених установа Републике Српске са Фондом здравственог осигурања РС.
- Пројекат система заказивања пацијената МР/ЦТ.
- Пројекат система породичне медицине, ФЗО РС.
- Пројекат ИЗИС (интегрисан здравствени информациони систем), 2017.
- Пројекат еБеба, 2021.

Кандидаткиња је своје истраживање усмерила на област напредних генерација информационих система са технологијама интернета ствари, обраде комплексних догађаја, техникама откривања знања у подацима, за развој интелигентних система.

Као мотив континуалног унапређења знања, поред љубави према науци и давања доприноса науци, кандидаткиња својим истраживањем даје допринос стварању нових могућности примене ИКТ за унаређење и трансформације друштва, владе, управе, индустрије, академије и живота људи.

Кандидаткиња говори енглески језик, *Professional English - Cambridge Centar Banja Luka* и немачки језик, *Goethe Institut - Benedict Schule München* завршен у Немачкој.

Обуке и сертификати:

- Writing Queries Using Microsoft SQL Server 2008-Transact SQL Certificate 2011. (MS Official course 2778A)
- Implementing and Maintaining Microsoft SQL server 2008 - Reporting Services Certificate 2011. (MS Official course 6236A)
- Microsoft SQL Server 2008 /Integration Services, Analysis Services, Reporting Services/ Office Share Point Portal Server 2007/ Business Intelligence.
- HORIZON 2020/ ICT / Research and technology development programmes and initiatives, Banja Luka, Sarajevo 2014.

1.2. Стечено научно-истраживачко искуство

Током досадашњег рада Далиборка Мачинковић објавила је и представила више радова. Потврђени доприноси у научно-истраживачком искуству за предметну истраживачку област су учешћа на научним скуповима из области интероперабилности, објављени радови и презентације. Присуствовање на Универзитету *Minho* у Португалу на тродневној радионици, где су презентована достигнућа из највећих европских пројеката посвећени области решавања интероперабилности. Затим презентовање рада на докторском симпозијуму из области интероперабилности *"IESA 2016 8th International Conference, Guimarães, Portugal, Interoperability for enterprise systems and applications"* 29 March - 1 April 2016. Присуствовање извешавању и резултатима рада истраживачке заједнице INTEROP-VLab (*the European Virtual Laboratory for Enterprise Interoperability, I-VLab*) која интегрише, консолидује истраживачке активности у домену интероперабилности предузећа (*Enterprise Interoperability*).

У наставку је дат списак објављених радова Кандидаткиње:

Категорија M16

1. Daliborka Mačinković, Nenad Aničić, *"The systems development life cycle to facilitate progression towards semantic and organizational interoperability for Healthcare system"*, Semantics for Enterprise Interoperability, Kai Mertins, Ricardo Jardim-Gonçalves, Keith Popplewell, João P. Mendonça, Enterprise Interoperability VII, Enterprise Interoperability in the Digitized and Networked Factory of the Future, DOI 10.1007/978-3-319-30957-6, ISBN 978-3-319-30956-9, Springer, Pages 101-111.

Категорија M33

2. Daliborka Mačinković, *"Opportunities of the Internet of Things for Healthcare through Architectural Layers - Architecture and Technologies"*, Society for Information Systems and Computer Networks, pp.410-415, 2015. (ISBN:). ICIST 2015 5th International Conference on Information Society and Technology, Kopaonik.
3. Daliborka Mačinković, *"Semantička interoperabilnost u sistemu zdravstvenog osiguranja"*- Semantički web servisi, INFOTEH-JAHORINA, март 2014., ISBN 978-99955-763-3-2.
4. Daliborka Mačinković, *"Metodologija evaluacije integrisanog informacionog sistema"*, INFOTEH-JAHORINA Vol. 12, март 2013., ISBN 978-99955-763-1-8.
5. Daliborka Mačinković, *"Tehnologije upravljanja podacima- Obrada podataka u realnom vremenu i analitičke tehnologije sa novim vrstama baza podataka"*, INFOTEH-JAHORINA 2015.
6. Daliborka Mačinković, *"New level of Healthcare - The Internet of Things for Healthcare"*, The 1th Conference of Medical and Biological Engineering in Bosnia and Herzegovina (CMBEBIH 2015) in Sarajevo, from 13th to 15th mart 2015.

Категорија М63:

7. Daliborka Mačinković, *"Interoperabilnost poslovnih procesa i arhitektura zdravstvenog sistema"*, INFOFEST 2014, Miločer-Budva, septembar 2014.
8. Daliborka Mačinković, *"Interoperabilnost zdravstvenih sistema i savremene tehnologije"*, INFOTECH Arandjelovac, jun 2014., ISBN: 978-86-82831-20-4.
9. Daliborka Mačinković, *"Softverski definisano bežično senzorsko umrežavanje za Internet of Things"*, ISBN: 978-86-82831-21-1. InfoTech 2015, Arandjelovac, jun 2015.
10. Daliborka Mačinković, *"Izazovi interoperabilnosti - Dimenzije interoperabilnosti"*, eBusiness Conference 2014 Banja Luka, 23. septembar 2014.

Кандидаткиња је положила девет предвиђених испита на докторским студијама. Следи списак положених предмета:

- 1.Развој информационих система,
- 2.Управљање подацима,
- 3.Системи за управљање пословним процесима,
4. Интероперабилност пословних система и апликација,
- 5.Напредне структуре и алгоритми,
- 6.Моделовање предузећа,
- 7.Софтверске архитектуре,
- 8.Рачунарске мреже – одабрана поглавља и
- 9.Интеракција човека и рачунара – одабрана поглавља.

Кандидаткиња је дана 7. 10. 2021. године успешно одбранила приступни рад за израду дисертације под називом „Систематска редукција девијација интероперабилности у пословном екосистему на принципима каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима“.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидаткиња Далиборка Мачинковић поседује формално образовање у области информационих система и технологија, дугогодишње искуство у раду у области примене информационих технологија у развоју и одржавању комплексног информационог система јавне управе, као и здравствених система, а такође и искуство у имплементацији интеграције информационих система. Својим научно истраживачким радом, објављивањем научно-стручних радова и активним учествовањем на бројним конференцијама, иницијативама, радионицама и скуповима дала је значајан допринос у предметној области истраживања.

Обједињујући доприносе у областима образовања, примењеног практичног искуства у раду и научно истраживачког искуства у предметној области истраживања, закључује се да кандидаткиња Далиборка Мачинковић поседује потребно знање и искуство за самосталан рад на предложеној теми докторске дисертације „Систематска редукција девијација интероперабилности у пословном екосистему на принципима каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима“.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације је детектовање девијација интероперабилности у пословном екосистему колаборативних пословних процеса, идентификовање њиховог утицаја на циљеве пословних процеса и развој модела за аутоматизовано, континуално указивање колаборативним партнерима на откривене девијације интероперабилности у циљу обезбеђења њиховог проактивног избегавања у системима у којима се још нису догодиле.

У колаборативним пословним процесима са великим бројем партнера потребно је омогућити систематску редукцију девијација интероперабилности. У пословном екосистему потребно је свим партнерима у колаборацији презентовати откривене девијације интероперабилности и њихов утицај на циљеве пословних процеса. Партнери који учествују у колаборативним пословним процесима треба да буду у могућности да на проактиван начин усклађују неспоразуме у размени података, информација и услуга и да хармонизују своје пословне процесе у пословном екосистему у којем заједно делују.

У огромним количинама података које настају евидентирањем догађаја о оствареним колаборативним пословним процесима потребно је открити карактеристичне обрасце података и формулисати логику за откривање девијација интероперабилности, као и логику за презентовање таквих образаца и девијација партнерима у колаборацијама. Оквирне фазе техника откривања знања у подацима треба да буду проширене потврђеним принципом каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима у овом истраживању. Научном опсервациом рада реалних система и података прикупљених из резултата и стања колаборација биће издвојене кључне варијабле у складу са циљем истраживања и идентификоване релације међу њима. Биће креирана база података за потребе опсервације великих количина података у систему за управљање подацима.

Пословни екосистеми са различитим моделима партнерских услуга захтевају флексибилне и прилагодљиве односе међу колаборационим партнерима и праћење међусобних утицаја. Савремени начини пословања подразумевају колаборацију пословних информационих система као и дигиталну трансформацију чија имплементација има један од важних изазова постизање организационе интероперабилности. Потребно је усагласити начине колаборације између различитих организација, ускладити њихове процесе у заједничком раду са различитим приоритетима, циљевима и могућностима. Организациона интероперабилност подразумева претходно испуњену техничку, синтаксну и семантичку интероперабилност. Техничка интероперабилност представља способност комуникације система посредством различитих хардверско-софтверских комуникационих компоненти, платформи и комуникационих протокола. Синтаксна интероперабилност обухвата размену података са усклађеним форматима података. Семантичка интероперабилност представља способност тумачења информација у обради усклађивањем семантике.

Анализа научно-стручних радова у области интероперабилности хетерогених и аутономних информационих система потврђује да су досадашњи принципи, препоруке, оквири, модели, архитектуре и технологије за решавање баријера интероперабилности значајно унапредили успостављање интероперабилности. Међутим девијације интероперабилности могу се појавити касније у одређеним фазама рада колаборативних система у променљивом окружењу пословног екосистема. У пројекте успостављања интероперабилности пословних система највише пажње и ресурса инвестира се у

иницијално успостављање интероперабилности док се њеном одржавању и даљем развоју посвећују недовољна пажња и ресурси. Интероперабилност, као способност система за остваривање размене информација и услуга, није коначна категорија. Неопходно је константно је надгледати и анализирати, ради одрживости или постизања вишег степена интероперабилности. Честе измене којима су системи подложни могу угрозити успостављену интероперабилност.

Колаборативни пословни системи са аспекта колаборативних пословних процеса према нивоима интероперабилности треба успешно да: а) размењују сигнале на техничком нивоу, б) размењују податке на синтаксном нивоу према договореним форматима, в) недвосмислено интерпретирају податаке на семантичком нивоу и г) користе размењене информације у активностима својих пословних процеса на организационом нивоу, усклађене у заједничком раду хетерогених система у променљивом окружењу пословног екосистема. Испитивањем тренутног стања у овој области истраживања, показује се да досадашњи начини управљања интероперабилношћу, у системима који сарађују, нису проактивни и не могу подржати проактивно откривање и отклањање девијација интероперабилности.

Велики број научно-стручних радова обухвата тему мерења интероперабилности наглашавајући да је тешко дефинисати метрике, и уочити атрибуте који карактеришу интероперабилност. Како су девијације интероперабилности често суптилне, а решавање интероперабилности комплексно, у многобројним радовима и пројектима користе се различите матрице: приступа, слојева (нивоа) и баријера интероперабилности за сагледавање проблема интероперабилности, али и као помоћ проналажењу неопходних решења. У пракси, најчешће се решавају само појединачне грешке у колаборацијама које се јаве, али се суштинске девијације интероперабилности које представљају скривене узроке таквих грешака не решавају у надлежним службама пословних система. Решавање девијација интероперабилности треба проширити на све учеснике у колаборацијама како би се шире дефинисао значај проблема за све учеснике колаборација. Евидентан је недостатак јасних процедура, одговорности, ауторитета, правила и метода за рјешавање баријера интероперабилности у пословним системима или њихово усклађивање у складу са променама у дужем периоду успостављених колаборација. Након увођења интероперабилности, изостају њене редовне анализе и контрола, у циљу континуалног унапређења колаборација пословних система.

Циљ истраживања докторске дисертације је дефинисање модела мреже за обраду догађаја који има задатак у пословном екосистему свим партнерима у колаборацији континуално презентовати откривене девијације интероперабилности и њихов утицај на циљеве пословних процеса. Детектоване девијације интероперабилности биће могуће презентовати партнерима на аутоматизован начин на основу којих ће партнери извршити проактивно усклађивање неспоразума у колаборативним системима. Предложени модел указиваће партнерима о неспоразумима у колаборацијама њихових система, чиме ће се омогућити већи степен знања и свесност о интероперабилности.

Развој предложеног модела, у складу са научном литературом, обухватиће дефинисање компонентни система за обраду догађаја проширен фазама за откривање образаца у подацима према принципима каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима. Откривени обрасци дефинисаће најважнију компоненту система за обраду догађаја, а то су агенти за обраду догађаја (енг. *The event processing agents EPAs*). Откривена логика биће примењивана на улазним догађајима како би препознала обрасце и генерисала излазни скуп догађаја (енг. *complex events*) као девијације

интероперабилности које ће бити прослеђиване партнерима за проактивно усклађивање откривених неспоразума.

Предложени модел утемељен је на обради догађаја, познат у научној литератури као обрада комплексних догађаја (енг. *Complex event processing, (CEP)*), као кључни приступ у развоју паметних система за екстракцију комплексних догађаја као вредних информација из тока примитивних догађаја.

Предложени модел биће специфициран помоћу седам градивних елемената: типови догађаја, произвођачи догађаја, конзументи догађаја, агенати за обраду догађаја, елементи глобалних стања, каналии догађаја и контексти догађаја, који су неопходни да би се развио систем обраде догађаја за систематску редукацију девијација интероперабилности. Мрежом за обраду догађаја (енг. *Event Processing Network (EPN)*) биће представљен ток обраде догађаја у складу с дефинисаним приступом систематској редукацији девијација интероперабилности, праћењем инстанци догађаја које теку од произвођача догађаја, улазе у систем за обраду догађаја сачињен од више агената за обраду догађаја са специфицираном логиком, а који се затим путем канала емитују до партнера у колаборативним пословним процесима у пословном екосистему, који представљају конзументе догађаја.

Оквирна листа релевантних библиографских извора која ће се користити приликом израде докторске дисертације

1. Abadi Daniel J., Ahmad Yanif, Balazinska Magdalena, Cherniack Mitch, Hwang Jeong-Hyon, Lindner Wolfgang, Maskey Anurag S., Rasin Er, Ryvkina Esther, Tatbul Nesime, Xing Ying, and Zdonik Stan. *The design of the Borealis stream processing engine*. In Proceedings of the Second Biennial Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR'05), pages 277–289, Asilomar, CA, USA, 2005.
2. Abadi Daniel J., Carney Don, Ugur Cetintemel, Cherniack Mitch, Convey Christian, Lee Sangdon, Stonebraker Michael, Tatbul Nesime, and Zdonik Stan. *Aurora: a new model and architecture for data stream management*. The VLDB Journal, 12(2):120–139, August 2003. doi: 10.1007/s00778-003-0095-z.
3. Adaikkalavan Raman and Chakravarthy Sharma. 2006. *SnoopIB: Interval-based event specification and detection for active databases*. Data & Knowledge Engineering 59, 1 (2006), 139 – 165. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.datak.2005.07.009>
4. Agrawal P., Benjelloun O., *A system for data, uncertainty, and lineage*, in: Proceedings of the 32nd International Conference on Very Large Data Bases, 2006, pp. 1151–1154.
5. Amanowicz M., Gajewski, P., 1996. *Military Communications and Information Systems Interoperability*. Proc. IEEE Military Communications Conf., p.280-283. [doi:10.1109/MILCOM.1996.568629]
6. Arasu Arvind, Babu Shivnath, and Widom Jennifer. *The CQL continuous query language: semantic foundations and query execution*. The VLDB Journal, 15(2):121–142, July 2005. doi: 10.1007/s00778-004-0147-z.
7. ATHENA AIF, <https://sintef-9012.github.io/athena-interoperability-framework/index.html#About>
8. Berre A., et al., “*State of the Art for Interoperability Architecture Approaches*.” INTEROP, University of Bordeaux, France, November 19, 2004.
9. Berre A.J., Elvesaeter, B., Figay, N., Guglielmina, C., Johnsen, S.G., Karlsen, D., Knothe, T., Lippe, S., 2007. *The ATHENA Interoperability Framework*. In: Gonçalves, R.J., Müller, J.P., Mertins, K., et al. (Eds.), Enterprise Interoperability II: New Challenges and Approaches, p.569-580. [doi:10.1007/978-1-84628-858-6_62]

10. Biswas R., Thrun S., Fujimura K., *Recognizing activities with multiple cues*, in: Proceedings of the Workshop on Human Motion, in: Lecture Notes in Computer Science, vol. 4814, Springer, 2007, pp. 255–270.
11. Breitfelder K., Messina D., 2000. IEEE 100: the *Authoritative Dictionary of IEEE Standards Terms* (7th Ed.). IEEE Press. [doi:10.1109/IEEESTD.2000.322230]
12. Bryant R., *Graph-based algorithms for Boolean function manipulation*, IEEE Transactions on Computers 35 (8) (1986) 677–691.
13. Carney D., Oberndorf P., 2004. *Integration and Interoperability Models for Systems of Systems*. Proc. System and Software Technology Conf., p.1-35.
14. Chandrasekaran Sirish, Cooper Owen, Deshpande Amol, Franklin Michael J., Hellerstein Joseph M., Hong Wei, Krishnamurthy Sailesh, Madden Samuel R., Raman Vijayshankar, Reiss Fred, and Shah Mehul A.. *TelegraphCQ: Continuous Dataflow Processing for an Uncertain World*. In Proceedings of the First Biennial Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR'03), Asilomar, CA, USA, 2003.
15. Chandy K. Mni, Schulte W.Roy, "Event Processing: Designing IT Systems for Agile Companies", Special Abridged Edition Compliments of Progress Software, 2010.
16. Chen David, 2006. *Enterprise Interoperability Framework*. Proc. Enterprise Modelling and Ontologies for Interoperability, EMOI-Interop.
17. Chen David, G. Doumeingts, F. B. Vernadat, *Architectures for enterprise integration and interoperability: past, present and future*. In: Computers in Industry, Vol. 59, 2008, pp. 647–659 Defence Force J., (151):23-36.
18. Chen David, *Interoperability Maturity Models - Survey and Comparison*.
19. Chen David, Vallespir B., Daclin, N., 2008. *An Approach for Enterprise Interoperability Measurement*. Proc. MoDISEEUS, p.1-12. Clark, T., Jones, R., 1999. *Organisational Interoperability Maturity Model for C2*. Proc. Command and Control Research and Technology Symp. Clark, T., Moon, T., 2001. Interoperability for joint and coalition operations.
20. Chen Jianjun, DeWitt David J., Tian Feng, and Wang Yuan. *NiagaraCQ: A Scalable Continuous Query System for Internet Databases*. ACM SIGMOD Record, 29(2):379–390, June 2000. doi: 10.1145/335191.335432.
21. Clark T. and Moon T., "Interoperability for Joint and Coalition Operations," *Australian Defence Journal*, No. 151, Nov-Dec 2001, pp. 23-36.
22. Clark, T. and Jones, R., "Organisational Interoperability Maturity Model for C2," Proceedings of the 3rd ICCRTS, Newport, RI, June 1999.
23. Cugola Gianpaolo and Margara Alessandro, *Processing Flows of Information: From Data Stream to Complex Event Processing*, Conference: Proceedings of the Fifth ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems, DEBS 2011, New York, NY, USA, July 11-15, 2011.
24. Cugola Gianpaolo, Margara Alessandro, Pezz`e Mauro, and Pradella Matteo. *Efficient analysis of event processing applications*. In Proceedings of the 9th ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems - DEBS '15, pages 10–21, Oslo, Norway, 2015. doi: 10.1145/2675743.2771834.
25. Dalvi N., Suciu D., *Efficient query evaluation on probabilistic databases*, The VLDB Journal 16 (4) (2007) 523–544.
26. Dean Jeffrey and Ghemawat Sanjay. *MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters*. *Communications of the ACM*, 51(1):107–113, January 2008. doi: 10.1145/1327452.1327492.
27. Demers Alan J., Gehrke Johannes, Panda Biswanath, Riedewald Mirek, Sharma Varun, and White Walker M.. *Cayuga: A General Purpose Event Monitoring System*. In Proceedings of the Third Biennial Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR'07), pages 412–422, Asilomar, CA, USA, 2007.

28. Department of Defense (DoD), 1998. *Levels of Information Systems Interoperability (LISI)*.
29. Department of Defense (DoD), 2001a. Chairman of the Joint Chiefs of Staff Instruction. CJCSI 2800.01C.
30. Department of Defense (DoD), 2001b. DoD Dictionary of Military and Associated Terms, Joint Publication JP1-02. Washington, D.C., USA.
31. Dimario M.J., 2006. System of Systems Interoperability Types and Characteristics in Joint Command and Control. Proc. IEEE/SMC Int. Conf. on System of Systems Engineering, p.236-241. [doi:10.1109/SYSOSE.2006.1652302]
32. Doumeingts G., Vallespir B., Chen D., *Decision modelling GRAI grid*, in: P. Bernus, K. Mertins, G.
33. Eckert Michael and Francois Bry, *Complex Event Processing (CEP)*, Article on Complex Event Processing, Informatik-Spektrum, Springer 2009.
34. Ericsson AnnMarie and Berndtsson Mikael. *Rex, the rule and event explorer*. In Proceedings of the 2007 Inaugural International Conference on Distributed Event-based Systems - DEBS '07, pages 71–74, Toronto, ON, Canada, 2007. doi: 10.1145/1266894.1266906
35. Etzion O. and Niblett P., *"Event Processing in Action"*, Manning Publications, 2010.
36. European Interoperability Framework for European Public Services (EIF) Annex 2, Def; 1.2.2 Interop., Bruxelles, le 2010.
37. Fewell S. and Clark T., *"Organisational Interoperability: Evaluation and Further Development of the OIM Model,"* Proceedings of the 8th ICCRTS, Washington, D.C., June 2003.
38. Fewell S., et al., *"Evaluation of Organisational Interoperability in a Network Centric Environment,"* Proceedings of the 9th ICCRTS, Copenhagen, September 2004.
39. Filippou J., Artikis A., Skarlatidis A., *A probabilistic logic programming event calculus*, Technical Report, Cornell University Library, 2012, <http://arxiv.org/abs/1204.1851v1> (last accessed 02.2013).
40. Flouris Ioannis, Giatrakos Nikos, Garofalakis Minos and Deligiannakis Antonios. 2015. *Issues in Complex Event*.
41. Ford T., Colombi J., Graham J., Jacques D., *The Interoperability Score*. In: Proceedings of the 5th Annual Conference on Systems Engineering Research. Hoboken, N.J., 2007.
42. Ford T., Colombi J., Graham S., Jacques D., 2007b. *Survey on Interoperability Measurement*. Technical Report, DTIC Document.
43. Ford T., Colombi, J., Graham, S., Jacques, D., 2008. *Measuring System Interoperability (An i-Score Improvement)*. CSER.
44. Ford T. C, Colombi J. M., Graham Scott R., Jacques. David R. , *"A Survey on Interoperability Measurement"*
45. G. Sharon and O. Etzion. *Event-processing network model and implementation*. IBM Systems Journal, 47(2):321–334, March 2008. doi: 10.1147/sj.472.0321
46. Geraci A., Katki F., Mcmonegal L., Meyer B., Lane J., Wilson P., Radatz J., Yee M., Porteous H., Springsteel F., 1991. IEEE Standard Computer Dictionary: *a Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*. IEEE Press. [doi:10.1109/IEEESTD.1991.106963]
47. Gopnik Alison, Glymour Clark, Sobel David M., Schulz Laura E. and Kushnir Tamar, Danks David, *A Theory of Causal Learning in Children: Causal Maps and Bayes Nets*, Psychological Review Copyright 2004 by the American Psychological Association, Inc.2004, Vol. 111, No. 1, 3–32.
48. Grolinger Katarina, Higashino Wilson A., Tiwari Abhinav, and Miriam A. M. Capretz. *Data management in cloud environments: NoSQL and NewSQL data stores*. Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications, 2(22):1–24, 2013. doi: 10.1186/2192-113X-2-22. 320765.2320789.

49. Gualtieri Mike and Rymer John R., 2009, *The Forrester Wave™: Complex Event Processing (CEP) Platforms*, Q3 2009, for Application Development & Program Management Professionals.
50. Guijarro, L., 2009. *Semantic interoperability in egovernment initiatives*. *Comput. Stand. Inter.*, 31(1):174-180. [doi:10. 1016/j.csi.2007.11.011]
51. Hall J, Koukoulas S., 2008. *Semantic Interoperability for E-Business in the ISP Service Domain*. ICE-B, p.390-396.
52. Hamilton J. A., Rosen J. D., and Summers P. A., “*An Interoperability Roadmap for C4ISR Legacy Systems*”, *Acquisition Review Quarterly*, vol. 28, pp. 17-31, Winter 2002.
53. Han Jiawei, Micheline Kamber, Jian Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*, Third Edition book, Elsevier MK Publishers, 2012.
54. Heger Dominique A., *Complex Event Processing (CEP) - A Primer*, DHTechnologies & Data Nubes, www.dhtusa.com & www.datanubes.com.
55. Heiler S., 1995. *Semantic interoperability*. *ACM Comput. Surv.*, 27(2):271-273. [doi:10.1145/210376.210392]
56. Hirzel M., H. Andrade, B. Gedik, G. Jacques-Silva, R. Khandekar, V. Kumar, M. Mendell, H. Nasgaard, S. Schneider, R. Soule, and K.-L. Wu. 2013. *IBM Streams Processing Language: Analyzing Big Data in motion*. *IBM Journal of Research and Development* 57, 3/4 (May 2013), 7:1–7:11.
57. Hirzel Martin. 2012. *Partition and Compose: Parallel Complex Event Processing*. In *Proceedings of the 6th ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems (DEBS '12)*. ACM, New York, NY, USA, 191–200.
58. Ishii Atsushi and Suzumura Toyotaro. *Elastic Stream Computing with Clouds*. In 2011 IEEE 4th International Conference on Cloud Computing, pages 195–202, Washington, DC, USA, July 2011. doi: 10.1109/CLOUD.2011.11.
59. Jochem R., 2010. *Enterprise Interoperability Assessment*. 8th Int. Conf. of Modeling and Simulation, p.1-9.
60. Kasunic M., 2001. *Measuring Systems Interoperability: Challenges and Opportunities*. Version 1.0. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
61. Kasunic M., 2003. *Measuring Systems Interoperability*. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, p.1-18.
62. Kasunic M., Anderson, W., 2004. *Measuring Systems Interoperability: Challenges and Opportunities*. Technical Report CMU/SEI-2004-TN-003, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
63. Kawashima H., Kitagawa H., Li X., *Complex event processing over uncertain data streams*, in: *Proceedings of the Fifth International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing*, 2010, pp. 521–526.
64. Kimmig A., Demoen B., Raedt L.D., *On the implementation of the probabilistic logic programming language ProbLog*, *Theory and Practice of Logic Programming* 11 (2011) 235–262.
65. Kinder T., 2003. *Mrs Miller moves house: the interoperability of local public services in Europe*. *J. Eur. Soc. Policy*, 13(2):141-157. [doi:10.1177/0958928703013002003]
66. Kingston G., 2005. *An Organisational Interoperability Agility Model*. Technical Report, Defence Science and Technology Organisation Canberra (Australia).
67. Kosanke K., 2006. *ISO Standards for Interoperability: a Comparison*. *Interperability of Enterprise Software and Applications*. Springer, p.55-64. [doi:10.1007/1-84628-152-0_6]
68. Kramer Jurgen and Bernhard Seeger. *Semantics and implementation of continuous sliding window queries over data streams*. *ACM Transactions on Database Systems*, 34(1): 1–49, April 2009. doi: 10.1145/1508857.1508861.
69. Lafferty J.D., McCallum A., Pereira F.C.N., *Conditional random fields: probabilistic models for segmenting and labeling sequence data*, in: *ICML*, Morgan Kaufmann, 2001, pp. 282–289.

70. Lajos Jen'ő Fülöp, Gabriella Tóth, Róbert Rácz, János Páncze'l, Tama's Gergely, A'rpád Beszedes, and Lóránt Farkas. 2010. *Survey on complex event processing and predictive analytics*. In Proceedings of the Fifth Balkan Conference in Informatics. Citeseer, 26–31.
71. LaVean G.E., 1980. *Interoperability in defense communications*. IEEE Trans. Commun., 28(9):1445-1455. [doi:10.1109/TCOM.1980.1094832].
72. Leal Gabriel, Guedria Wided, Panetto Hervé, Lezoche Mario. Towards a comparative analysis of interoperability assessment approaches for collaborative enterprise systems. HAL Id: hal-01376442 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01376442> Submitted on 4 Oct 2016.
73. Leonardo Neumeyer, Bruce Robbins, Anish Nair, and Anand Kesari. *S4: Distributed Stream Computing Platform*. In 2010 IEEE International Conference on Data Mining Workshops, pages 170–177, Sydney, NSW, Australia, 2010. doi: 10.1109/ICDMW.2010.172.
74. Levine L., Meyers B.C., Morris E.J., 2003. Technical Note CMU/SEI-2003-TN-016. Proc. *System of Systems Interoperability Workshop*.
75. Lewis G.A., Wrage L., 2006. *Model Problems in Technologies for Interoperability: Web Services*. Technical Report CMU/SEI-2006-TN-021.
76. Li Guoli and Jacobsen Hans-Arno. *Composite subscriptions in content-based publish/subscribe systems*. In Proceedings of the ACM/IFIP/USENIX 2005 International Conference on Middleware, pages 249–269, Grenoble, France, 2005.
77. Loesing Simon, Hentschel Martin, Kraska Tim, and Kossmann Donald. *Stormy: an elastic and highly available streaming service in the cloud*. In Proceedings of the 2012 Joint EDBT/ICDT Workshops, pages 55–60, Berlin, Germany, 2012. doi: 10.1145/2
78. Luckham David C. and Brian Frasca, "Complex Event Processing in Distributed Systems." Stanford University Technical Report CSL-TR-98-754. (<http://pavg.stanford.edu/cep/fabline.ps>)
79. Luckham David, 2002. *Power of Events The: An Introduction to Complex Event Processing in Distributed Enterprise Systems*, by David Luckham Published May 8, 2002 by Addison-Wesley Professional.
80. Luckham David, *What's the Difference Between ESP and CEP ?*, <http://complexevents.com/?p=103> , 1st August 2006.
81. Luckham, David C. (2012). *Event Processing for Business: Organizing the Real-Time Enterprise*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., p. 3. ISBN 978-0-470-53485-4.
82. Mallek S., Daclin N., Chapurlat V., *The application of interoperability requirement specification and verification to collaborative processes*. In Computers in industry, vol. 63, 2012, issue 7, pp. 643–658.
83. Mamadou Samba Camara, Yves Ducq & Rémy Dupas (2013): *A methodology for the evaluation of interoperability improvements in inter-enterprises collaboration based on causal performance measurement models*, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, <http://dx.doi.org/10.1080/0951192X.2013.800235>.
84. Marković Vidan, "Podizanje informatičke zrelosti kompanije".
85. McGregor Andrew, 2014. *Graph Stream Algorithms: A Survey*. SIGMOD Rec. 43, 1 (May 2014), 9–20.
86. Meehan John, Tatbul Nesime, Zdonik Stanley B., Aslantas Cansu, Cetintemel Ugur, Du Jiang, Kraska Tim, Madden Samuel, Maier David, Pavlo Andrew, Stonebraker Michael, Tufte Kristin, and Wang Hao. 2015. *S-Store: Streaming Meets Transaction Processing*. CoRR abs/1503.01143 (2015).
87. Mensh D., Kite, R., Darby, P., 1989. *A methodology for quantifying interoperability*. Nav. Eng. J., 101.3:251.

88. Meyers B.C., Monarch I., Levine, L., Smith, J.I.I., 2005. *Including Interoperability in the Acquisition Process*. CMU/SEI-2005-TR-004, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA
89. Meyers B.C., Smith J.D., 2007. *Programmatic Interoperability*. Technical Report CMU/SEI-2008-TN-012, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
90. Mingsheng Hong, Mirek Riedewald, Christoph Koch, Johannes Gehrke, and Alan Demers. *Rule-based multi-query optimization*. In Proceedings of the 12th International Conference on Extending Database Technology Advances in Database Technology - EDBT '09, pages 120–131, Saint Petersburg, Russia, 2009. doi: 10.1145/1516360.1516376
91. Moore James. (2006). *"Business ecosystems and the view of the firm."* The Antitrust Bulletin. 51. 10.1177/0003603X0605100103.
92. Morariu V.I., Davis L.S., *Multi-agent event recognition in structured scenarios*, in: Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2011, pp. 3289–3296.
93. Morris E., Levine L., Meyers C., Plakosh D., 2004b. *System of Systems Interoperability (SOSI): Final Report*. CMU/SEI-2004-TR-004, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
94. Munk S., 2002. *An analysis of basic interoperability related terms, system of interoperability types*. Acad. Appl. Res. Mil. Sci., 1:117-131.
95. Nasir M. Anis Uddin, Morales G. De Francisci, D. Garcia-Soriano, N. Kourtellis, and M. Serafini. 2015. *The power of both choices: Practical load balancing for distributed stream processing engines*. In Data Engineering (ICDE), 2015 IEEE 31st International Conference on. 137–148.
96. Naudet Y., Latour T., Guédria W., Chen D., *Towards a systemic formalisation of interoperability*. In: Computers in Industry, vol. 61, 2010, Issue 2, pp. 176–185.
97. Neumeyer L., Robbins B., Nair A., and Kesari A., 2010. *S4: Distributed Stream Computing Platform*. In Data Mining Workshops (ICDMW), 2010 IEEE International Conference on. 170–177.
98. Novakouski M., Lewis G.A., 2012. *Interoperability in the E-Government*. CMU/SEI-2011-TN-014, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
99. Open Group (2000), TOGAF: The Open Group Architecture Framework, Document No. 1910, Version 6
100. Presson P.E., 1983. Software Metrics and Interoperability. Proc. AIAA Computers in Aerospace IV Conf. [doi:10.2514/6.1983-2406]
101. Rabiner L., Juang B., An introduction to hidden Markov models, IEEE ASSP Magazine 3 (1) (1986) 4–16.
102. Rabinovich Ella, Etzion Opher, Ruah Sitvanit, and Archushin Sarit. *Analyzing the behavior of event processing applications*. In Proceedings of the 4th ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems - DEBS 2010, pages 223–234, Cambridge, UK, 2010. doi: 10.1145/1827418.1827465.
103. Rajagopal Ananthanarayanan, Shivakumar Venkataraman, Venkatesh Basker, Sumit Das, Ashish Gupta, Haifeng Jiang, Tianhao Qiu, Alexey Reznichenko, Deomid Ryabkov, and Manpreet Singh. *Photon: Fault-tolerant and Scalable Joining of Continuous Data Streams*. In Proceedings of the 2013 International Conference on Management of Data - SIGMOD '13, pages 577–588, New York, NY, USA, 2013. doi:10.1145/2463676.2465272
104. Rezaei et al. / J Zhejiang Univ-Sci C (Comput & Electron) 2013 14(9):663-681 681 Leite, M.J., 1998. *Interoperability Assessment*. Technical Report, PRC Inc., Arlington, VA.
105. Richardson M., Domingos P., Markov logic networks, Machine Learning 62 (1–2) (2006) 107–136.
106. Roque M., Chapurlat V., *Interoperability in Collaborative Processes: Requirements Characterisation and Proof Approach*. In: Leveraging Knowledge for Innovation in

- Collaborative Networks, vol. 307 of the series IFIP Advances in Information and Communication Technology, 2009, pp 555-562.
107. Ruggaber R., 2005. *ATHENA - Advanced Technologies for Interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and Their Applications*. In: Konstantas, D., Bourrieres, J.P., Léonard, M., et al. (Eds.), *Interoperability of Enterprise Software and Applications*. Springer London, p.459-460. [doi:10.1007/1-84628-152-0_45]
 108. Sadilek A., Kautz H., *Location-based reasoning about complex multi-agent behavior*, Journal of Artificial Intelligence Research 43 (2012) 87–133.
 109. Satzger Benjamin, Hummer Waldemar, Leitner Philipp, and Dustdar Schahram. *Esc: Towards an Elastic Stream Computing Platform for the Cloud*. In 2011 IEEE 4th International Conference on Cloud Computing, pages 348–355, Washington, DC, USA, 2011. doi: 10.1109/CLOUD.2011.27.
 110. Schade U., 2005. *Towards the Edge and Beyond: the Role of Interoperability*. 10th Int. Command and Control Research and Technology Symp.
 111. Schmidt (Eds.), *Handbook on Architecture for Information Systems*, Springer-Verlag, Berlin, 1998. ETSI: ETSI EG 202 810: methods for testing and specification (MTS), automated interoperability testing, methodology and framework. European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Sophia-Antipolis, 2010 .
 112. Schulte. W. R, 2015. *CEP Technology: EPPs, DSCPs and other Product Categories*. URL: www.complexevents.com/2015/07/10/cep-technology-epps-dscps-and-other-product-categories. (July 2015).
 113. Schultz-Moller Nicholas P., Migliavacca Matteo, and Pietzuch Peter. *Distributed complex event processing with query rewriting*. In Proceedings of the Third ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems (DEBS '09), pages 1–12, Nashville, TN, USA, 2009. doi: 10.1145/1619258.1619264.
 114. Shen Z., Kawashima H., Kitagawa H., *Probabilistic event stream processing with lineage*, in: Proceedings of the Data Engineering Workshop, 2008.
 115. Stewart K., 2004. *Non-technical Interoperability: the Challenge of Command Leadership in Multinational Operations*. ADA465749, QinetiQ Ltd., Centre for Human Sciences, Farnborough, United Kingdom.
 116. Stewart K., Clarke H., Goillau P., Verrall N., Widdowson M., 2004. *Non-technical Interoperability in Multinational Forces*. QinetiQ Ltd., Centre for Human Sciences, Farnborough, United Kingdom.
 117. Tolk A. and Mugira J., “*The Levels of Conceptual Interoperability Model*,” Proceedings of the 2003 Fall Simulation Interoperability Workshop, Orlando, FL, September 2003.
 118. Tolk A., “*Beyond Technical Interoperability—Introducing a Reference Model for Measures of Merit for Coalition Interoperability*,” Proceedings of the 8th ICCRTS, Washington, D.C., June 17-19, 2003.
 119. Toshniwal Ankit, Taneja Siddarth, Shukla Amit, Ramasamy Karthik, Patel Jignesh M., Kulkarni Sanjeev, Jackson Jason, Gade Krishna, Fu Maosong, Donham Jake, Bhagat Nikunj, Mittal Sailesh, and Ryaboy Dmitriy. 2014. *Storm@Twitter*. In Proceedings of the 2014 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data (SIGMOD '14). ACM, New York, NY, USA, 147–156.
 120. Tudoran Radu, Nano Olivier, Santos Ivo, Costan Alexandru, Soncu Hakan, Bougé Luc, and Antoniu Gabriel. 2014. *JetStream: Enabling High Performance Event Streaming Across Cloud Data-centers*. In Proceedings of the 8th ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems (DEBS '14). ACM, New York, NY, USA, 23–34.
 121. Turnitsa C., and Tolk A., “*Battle Management Language: A Triangle with Five Sides*,” Proceedings of the Simulation Interoperability Standards Organization (SISO) Spring Interoperability Workshop (SIW), Huntsville, AL, April 2-7, 2006.
 122. Tzoumas Kostas, Ewen Stephan, and Metzger Robert. 2015. High-throughput, low-latency, and exactly-once stream processing with Apache Flink. URL: [13](http://data-

</div>
<div data-bbox=)

- artisans.com/high-throughput-low-latency-and-exactly-once-stream-processing-with-apache-flink/. (August 2015).
123. van der Veer H., Wiles, A., 2008. *Achieving Technical Interoperability—the ETSI Approach*. ETSI White Paper.
124. Vera James, Perrochon Louis, Luckham David, "Event-Based Execution Architectures for Dynamic Software Systems," Proceedings of the First Working IFIP Conf. on Software Architecture. (<http://pavg.stanford.edu/cep/99wicsa1.ps.gz>)
125. Vernadat F., "Enterprise Modeling and Integration." Chapman-Hall, New York, NY:1996. Xu C., Lin S., Lei W., Complex event detection in probabilistic stream, in: Proceedings of the 12th International Asia-Pacific Web Conference, APWeb 2010, pp. 361–363.
126. Zang Chuanzhen, Fan Yushun, "Complex event processing in enterprise information systems based on RFID".
127. Ziemann, J., *Architecture of Interoperable Information Systems: An Enterprise Model-Based Approach for Describing and Enacting Collaborative Business Processes*, 2010.

3. Полазне хипотезе

На основу резултата анализе научно стручне литературе и утврђених циљева истраживања, постављене су следеће хипотезе докторске дисертације.

Основна хипотеза

(X0) Могуће је постићи систематску редукцију девијација интероперабилности и утицаја на циљеве пословних процеса обрадом догађаја који се прослеђују из резултата о колаборативним пословним процесима из којих се екстрахују комплексни догађаји према принципима каузалности догађаја у пословном екосистему.

Пратеће хипотезе

(X1) Могуће је потврдити принцип каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима који служи као основа за откривање и дефинисање образаца које треба поставити у софтверске агенте за обраду догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности и утицаја на циљеве пословних процеса.

(X2) Могуће је проактивно указати колаборационим партнерима на могуће девијације интероперабилности у пословном екосистему при реализацији колаборативних пословних процеса на принципима каузалности догађаја у циљу усклађивања неспоразума.

(X3) Могуће је указати колаборационим партнерима на утицај девијације интероперабилности на циљеве пословних процеса у колаборативним пословним процесима на принципима каузалности догађаја у циљу спречавања утицаја на циљеве пословних процеса.

(X4) Могуће је развити модел за систематску редукцију девијација интероперабилности пратећи предложене фазе процеса откривања знања из података о колаборативним пословним процесима и пратећи фазе развоја мреже за обраду догађаја.

(X5) Могуће је аутоматизовати праћење стања интероперабилности у колаборативном окружењу пословног екосистема подижући свесност, као знање о девијацијама интероперабилности и њиховом утицају на циљеве пословних процеса.

(X6) Могуће је предложени модел мреже за обраду догађаја развити у окружењу у коме је већ успостављена колаборација информационих система, тако да на предложени модел не утичу принципи, оквири, стандарди, архитектуре система, технологије, као и заједнички модели који се већ користе као решења за интероперабилност. Предложени модел у дисертацији надоградња је на досадашња решења и начине управљања интероперабилношћу.

(X7) Процес развоја мреже за обраду догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности у пословном екосистему задовољавајућег је степена општости, те се може прилагодити за примену у било ком проблемском домену пословног екосистема.

4. Научне методе истраживања

У току прве фазе истраживања, анализе научно-стручних радова, користиће се систематизовано прикупљање и анализа научних резултата из области: интероперабилности, обраде комплексних догађаја и техника откривања знања у подацима. У другој фази истраживања која се односи на опсервацију пословних система у колаборацији, биће коришћена метода научне опсервације пословних система, колаборативних пословних процеса и опсервације извора података који се могу пронаћи у историјским подацима о оствареним колаборативним пословним процесима. Метода научног посматрања почеће опсервациом рада колаборативних система, здравственог сектора: болница, домовна здравља, апотека и институција јавне управе: здравственог осигурања и пореске управе, који у колаборацијама својих система размењују податке и користе их у својим пословним процесима. Посматрање варијабли у прикупљеним подацима биће спроведено са циљем проналажења атрибута који описују грешке о колаборативним пословним процесима и атрибута о пословном циљу посматраних колаборативних пословних процеса, као и њиховим зависним атрибутима. У трећој фази истраживања, развој модела мреже обраде догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности, биће коришћена метода претпроцесирања података рударењем у подацима, односно откривањем знања у подацима. Затим ће бити примењена метода квалитативне анализе у којој ће се вршити класификација идентификованих грешака из прикупљених података о колаборацијама како би била потврђена природа грешака, тј. утврђено да ли су грешке узроковане баријерама интероперабилности, и идентификовала зависност атрибута. Квантитативна метода треба да агрегира прикупљене податке, омогући увид о броју идентификованих колаборативних пословних процеса, броју партнера који су учесници у колаборативним пословним процесима, броју идентификованих грешака у односу на исходе пословних циљева, те тиме укаже на оправданост њиховог постављања у мрежу за обраду догађаја. Метода узрока и последице води ка дефинисању принципа каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима. Индуктивна инференција биће примењена у коначном дефинисању образаца за обраду догађаја. У четвртој фази истраживања која се односи на примену предложеног модела, очекује се да ће бити потврђен принцип каузалности над реалним подацима, затим развијен модел мреже за обраду догађаја са применом откривене логике у обради догађаја, емпиријском методом. У петој фази истраживања агрегирањем добијених података из претходне фазе примене модела систематске редукције девијација интероперабилности у посматраном екосистему, анализом и синтезом резултата биће оцењена успешност постигнутих резултата за сваког партнера у колаборацији, према броју откривених девијација

интероперабилности, спречених утицаја на циљеве пословних процеса и проактивно отклоњених неспоразума у колаборацијама.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси предложене докторске дисертације имају а) теоријски, б) развојни и в) стручно-апликативни карактер.

Теоријски доприноси предложене докторске дисертације су:

- Дефинисање принципа каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима за систематску редукцију девијација интероперабилности.
- Откривање образаца за екстракцију девијација интероперабилности поступком прецизно дефинисаних фаза процеса откривања знања у подацима о догађајима у колаборативним пословним процесима.
- Откривање образаца за проактивно презентовање откривених девијација интероперабилности партнерима код којих се девијације још нису догодиле поступком прецизно дефинисаних фаза процеса откривања знања у подацима о догађајима у колаборативним пословним процесима.

Развојни доприноси докторске дисертације су:

- Прецизно одређивање фаза процеса развоја мреже за обраду догађаја са фокусом на агенте за обраду догађаја у које се постављају откривени обрасци логике обраде догађаја.
- Развој решења које се заснива на моделу мреже за обраду догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности у пословном екосистему на принципима каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима.

Стручно-апликативни доприноси докторске дисертације су:

- Анализа предметних области истраживања стања и изазова у области интероперабилности и потврда могућности примене у пракси технологија обраде комплексних догађаја и техника откривања знања.
- Имплементација и практична примена логике софтверских агената за обраду догађаја, решења које се заснива на моделу мреже за обраду догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности у пословном екосистему. Праћење тока обраде догађаја у предложеној мрежи за обраду догађаја приказујући инстанце за сваки тип догађаја који улази и излази из градивних елементата мреже за обраду догађаја са подацима из посматраних пословних система.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање на предложеној докторској дисертацији биће реализовано кроз пет фаза.

ФАЗА 1. Анализа научно-стручних радова

У овој фази биће настављена дубља анализа научно-стручне литературе у три истраживачке области. (i) За област интероперабилности, биће анализирани досадашњи начини управљања интероперабилношћу и решења баријера интероперабилности у колаборацији хетерогених и аутономних информационих система путем њихових колаборативних пословних процеса, као и утицај баријера на циљеве пословних процеса у пословним системима. (ii) За област обраде комплексних догађаја и проактивност биће анализирана нова парадигма обраде комплексних догађаја

и разматрана могућност развоја предложеног решења коришћењем ове парадигме. (iii) За област откривања знања у подацима биће анализирани различите технике откривања знања у подацима, као и рударења података.

ФАЗА 2. Опсервација пословних система у колаборацији, опсервација пословних процеса и података о резултатима колаборација у изабраном колаборативном пословном окружењу јавне управе и здравствених система

Биће обављено научно опажање појава у колаборативном пословном окружењу и уочене релације у подацима након идентификације пословних партнера, идентификације циљева пословних колаборативних процеса и идентификације извора података о резултатима колаборативних пословних процеса у посматраним системима.

ФАЗА 3. Развој модела мреже обраде догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности на принципима каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима

Реализација ове фазе захтева претходно дефинисање принципа каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима, дефинисање фаза процеса откривања образаца о догађајима у колаборативним пословним процесима и, затим, дефинисање фаза развоја модела мреже обраде догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности.

ФАЗА 4. Имплементација и практична примена модела мреже за обраду догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности у пословном екосистему.

Ова фаза биће реализована над прикупљеним подацима из колаборације система јавне управе и здравствених система. Примена предложеног модела обухватаће избор пословних система које врше колаборацију, избор колаборативних пословних процеса на којима ће се вршити примена, примену фаза процеса откривања образаца у догађајима о колаборативним пословним процесима према принципу каузалности, примену фаза процеса развоја модела мреже обраде догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности. Примена логике софтверских агената за обраду догађаја према предложеном моделу произвешће резултате који ће се анализирати у следећој фази.

ФАЗА 5. Анализа и оцена постигнутих резултата систематске редукције девијација интероперабилности у посматраном пословном екосистему.

Ова фаза биће реализована на основу добијених резултата примене предложеног модела за оцену и вредновање успешности предложеног модела и потврдиће могућност систематске редукције девијација интероперабилности. Анализа треба да покаже број откривених девијација интероперабилности према означеним нивоима интероперабилност за сваког партнера у колаборацијама за њихово проактивно отклањање, затим број откривених девијација интероперабилности које утичу на циљеве пословних процеса према броју партнера у колаборацијама, у времену примене модела. Анализа треба добијеним вредностима показати значај примене модела за partnere у колаборацији колаборативних пословних процеса посматраног пословног екосистема.

Оквирни садржај докторске дисертације дат је у наставку:

1. Увод
 - 1.1 Предмет и циљ истраживања
 - 1.2 Полазне хипотезе
 - 1.3 Структура докторске дисертације
2. Концепти, принципи и стање знања
 - 2.1 Интероперабилност
 - 2.2 Колаборативни пословни процеси
 - 2.3 Обрада комплексних догађаја и проактивност
 - 2.4 Откривање знања у подацима
3. Развој модела мреже за обраду догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности у пословном екосистему
 - 3.1 Захтеви система за систематску редукцију девијација интероперабилности
 - 3.2 Процеси развоја модела обраде догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности
 - 3.4 Принцип каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима
4. Процес откривања образаца у догађајима о колаборативним пословним процесима на принципу каузалности
 - 4.1 Фазе процеса откривања образаца у догађајима о колаборативним пословним процесима
5. Дефинисање градивних елемената мреже за обраду догађаја у колаборативним пословним процесима
 - 5.1 Фазе дефинисања градивних блокова са фокусом на агенте за обраду догађаја
6. Имплементација и примена предложеног модела у пракси
 - 6.1 Примена развоја мреже за обраду догађаја за систематску редукцију девијација интероперабилности у колаборативним пословним процесима здравствених система и системима јавне управе
 - 6.2 Примена логике софтверских агената за обраду догађаја
7. Анализа и оцена решења, научни и стручни доприноси
8. Будућа истраживања
9. Закључак

7. Закључак и предлог

Увидом у академске, истраживачке и професионалне квалификације кандидаткиње Далиборке Мачинковић, сматрамо да кандидаткиња поседује неопходно знање из предметне области за успешну реализацију ове докторске дисертације. Истраживачке и професионалне квалификације потврђује објављеним радовима из области истраживања, учешћем на научно-стручним скуповима за област истраживања и као учесник у пројектима развоја и имплементације решења у области истраживања.

Кандидаткиња Далиборка Мачинковић, дипломирани информатичар информационих технологија, мастер инжењер организационих наука, специјалиста инжењер организационих наука, испуњава услове предвиђене Законом о високом образовању за одобрење израде докторске дисертације под насловом: **Систематска редукција девијација интероперабилности у пословном екосистему на принципима каузалности догађаја у колаборативним пословним процесима.**

Предложена тема докторске дисертације по предмету истраживања и очекиваним доприносима припада ужој научној области Информациони системи, мултидисциплинарна је и тренутно актуелна тема која има велику могућност примене. Истраживање може у значајној мери допринети унапређењу колаборације информационих система и превазилажењу баријера интероперабилности у савременом пословном екосистему. Реализацијом ове докторске дисертације могуће је проширити научна сазнања у предметној области и отвори могућност за даља истраживања у области тзв. "паметних" информационих система.

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

За ментора докторске дисертације Комисија предлаже др Видана Марковића, ванредног професора Факултета организационих наука Универзитета у Београду.

У Београду, 12. 11. 2021.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Проф. др Видан Марковић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

Проф. др Иван Луковић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

Проф. др Славица Кордић, ванредни професор
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука